



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Biblioteca "Alfredo L. Palacios"



Incidencia de la temperatura sobre el crecimiento económico regional y provincial en Argentina y sus efectos sobre el capital humano a través de los canales educación y salud

Vitale, Blanca Rosa

2011

Cita APA: Vitale, B. (2011). Incidencia de la temperatura sobre el crecimiento económico regional y provincial en Argentina y sus efectos sobre el capital humano a través de los canales educación y salud.

Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Doctorado en Ciencias Económicas

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales de la Biblioteca Central "Alfredo L. Palacios". Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

Fuente: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires

Col. 1501 | 1228

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS CATALOGADO
DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS

ÁREA ECONOMÍA

TESIS DE DOCTORADO

"Incidencia de la temperatura sobre el crecimiento económico regional y provincial en Argentina y sus efectos sobre el capital humano a través de los canales educación y salud".

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Saúl N. Keifman

DOCTORANDO: Blanca Rosa Vitale

Dep. F. 2001, F. 332. Y. 2001 / 1/3 Tesis

VOLUMEN I

JULIO 2011

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Profesor Emérito Dr. ALFREDO L. PALACIOS

INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	8
CAPITULO I	10
ANTECEDENTES, FORMULACION DEL PROBLEMA y ESTRUCTURA DE LA TESIS	10
1.1. INTRODUCCION	10
1.2. CONSIDERACIONES ACERCA DEL OBJETO DE ESTUDIO	13
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.4. HIPÓTESIS	20
1.5. OBJETIVOS	22
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
1.6. ESTRUCTURA DE LA TESIS	24
1.7. ANTECEDENTES SOBRE EL TEMA	25
1.7.1. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO	25
1.7.2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CRECIMIENTO ECONÓMICO	30
CAPITULO II	40
MARCO TEÓRICO	40
2.1. MODELOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO	40
2.1.1. MODELOS TRADICIONALES DE CRECIMIENTO ECONÓMICO	40
2.1.2. MODELOS FORMULADOS PARA VALORAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO	49
2.1.2.1. MODELO DE HOPE PAGE 2002	51
2.1.2.2. MODELO DE TOL (2002) FUND (CLIMATE FRAMEWORK FOR UNCERTAINTY)	52
2.1.2.3. MODELO DE MENDELSONN (1998)	53
2.1.2.4. MODELOS DE NORDHAUS Y BOYER (2007) DICE (DYNAMIC INTEGRATED MODEL OF CLIMATE AND THE ECONOMY)	53
2.2. CRÍTICAS A LOS MODELOS INTEGRADOS DE EVALUACIÓN	55
2.3. MODELO DE DELL, JONES Y OLKEN (2008)	58
2.3.1. INTRODUCCIÓN	58
2.3.2. PRESENTACIÓN DE MODELO DE DELL, JONES Y OLKEN	60
2.4. METODOLOGIA PARA LOS ESTUDIOS EMPÍRICOS	63
2.4.1. MODELO DE SOLOW AMPLIADO CON CAPITAL HUMANO (1992)	64
2.4.2. REGRESIONES A LA BARRO Y SALA I MARTIN	68
2.5. BETA Y SIGMA CONVERGENCIA	71
CAPITULO III	73
CAPITAL HUMANO: EDUCACIÓN Y SALUD	73
3.1. ESTIMACIÓN DEL CAPITAL HUMANO	73
3.2. VARIABLES Y DATOS UTILIZADOS	76

3.3. METODOLOGÍA PARA LOS ESTUDIOS EMPÍRICOS	80
3.3.1. ESTIMACIONES ECONOMETRICAS	80
3.3.2. ESTIMADORES DE MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS	81
3.3.3. ESTIMADOR GENERALIZADO DE MOMENTOS	83
3.4. ESTUDIOS EMPÍRICOS	86
3.4.1. ANÁLISIS PROVINCIAL Y REGIONAL DE LA RELACION ENTRE CAPITAL HUMANO "EDUCACION" Y TEMPERATURA	87
3.4.1.1. COMENTARIOS ACERCA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS: EDUCACIÓN	94
3.5. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER COMO VARIABLE REPRESENTATIVA DEL CAPITAL HUMANO A TRAVÉS DE LA SALUD	94
3.5.1. ANÁLISIS PROVINCIAL Y REGIONAL DE LA RELACION ENTRE CAPITAL HUMANO "SALUD" Y TEMPERATURA	99
3.5.1.1. COMETARIOS ACERCA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS: SALUD	105
3.5.2. REGRESIÓN MÚLTIPLE, DATOS DE PANEL Y CORTE TRANSVERSAL	106
3.6. REGRESIÓN MÚLTIPLE CON DATOS DE PANEL	107
3.6.1. INTRODUCCIÓN	107
3.6.2. ANÁLISIS DE REGRESION MÚLTIPLE CON DATOS DE PANEL	113
3.6.2.1. ANÁLISIS DE REGRESION MÚLTIPLE CON DATOS DE PANEL PARA TODAS LAS PROVINCIAS	114
3.6.2.1.1. VARIABLE ENDOGENA "EDUCACION"	114
3.6.2.1.2. VARIABLE ENDOGENA "SALUD"	119
3.6.2.2. ANÁLISIS DE REGRESION MÚLTIPLE CON DATOS DE PANEL PARA LAS REGIONES	119
3.6.2.2.1.-REGION NOA	119
3.6.2.2.2REGION NEA	121
3.6.2.2.3. REGION PAMPEANA	122
3.6.2.2.4.-REGION DE CUYO	123
3.6.2.2.5.-REGION PATAGONICA	124
3.6.3. ESTIMACIONES CON DATOS DE CORTE TRANSVERSAL	125
3.6.3.1 ESTIMACIONES DE CORTE TRANSVERSAL POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS ORDINARIOS – VARIABLE DEPENDIENTE "EDUCACION"	128
3.6.3.2. ESTIMACIONES DE CORTE TRANSVERSAL POR EL MÉTODO DE MOMENTOS GENERALIZADOS – VARIABLE DEPENDIENTE "EDUCACION"	132
3.6.3.3. ESTIMACIONES DE CORTE TRANSVERSAL POR EL MÉTODO DE MOMENTOS GENERALIZADO – VARIABLE DEPENDIENTE "SALUD"	134
3.6.4. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE REGIONES: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE UN FACTOR	137
3.6.4.1. INTRODUCCIÓN	137
3.6.4.2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE UN FACTOR: TEMPERATURAS MEDIAS POR REGION	139
3.6.4.3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE UN FACTOR: AÑOS PROMEDIO DE EDUCION FORMAL DEL INDIVIDUO POR REGION	140
3.6.4.4. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE UN FACTOR: ESPERANZA DE VIDA AL NACER POR REGION	141
3.7. COMPARACIÓN ENTRE PARES DE REGIONES: PRUEBA DE TUCKEY	141
3.7.1. INTRODUCCIÓN	141
3.7.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TEMPERATURAS MEDIAS ENTRE PARES DE REGIONES	143
3.7.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE AÑOS DE EDUCACIÓN PROMEDIO ENTRE PARES DE REGIONES	146
3.7.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE AÑOS PROMEDIO DE ESPERANZA DE VIDA AL NACER ENTRE PARES DE REGIONES	148
3.8. CONCLUSIONES DEL CAPITULO III: SINTESIS	151
CAPITULO IV	153
VALIDACION DE LOS MODELOS PROPUESTOS	153
4.1. INTRODUCCION	153

4.2. MODELO DE SOLOW AMPLIADO	155
4.3. ESTIMACIONES A LA BARRO Y SALA I MARTIN	158
4.4. VALIDACIÓN EMPÍRICA DE LOS MODELOS PROPUESTOS	160
4.4.1. MODELO DE SOLOW AMPLIADO	160
4.4.1.1. VARIABLES UTILIZADAS	160
4.4.1.2. DATOS	162
4.4.1.3. RESULTADOS	163
4.4.1.3.1. PARA LAS PROVINCIAS – PANELES ANUALES	164
4.4.1.3.2. PARA LAS REGIONES – PANELES ANUALES	166
4.4.1.3.3. INTERPRETACION DE RESULTADOS	167
4.4.1.3.4. PARA LAS PROVINCIAS – PANELES QUINQUENALES	172
4.4.1.3.5. PARA LAS REGIONES – PANELES QUINQUENALES	173
4.4.2. REGRESIONES A LA BARRO Y SALA I MARTIN	174
4.4.2.1. VARIABLES UTILIZADAS	174
4.4.2.2. DATOS	174
4.4.2.3. RESULTADOS	175
4.4.2.3.1. PARA LAS PROVINCIAS– PANELES ANUALES	175
4.4.2.3.2. PARA LAS REGIONES – PANELES ANUALES	176
4.4.2.3.5. PARA LAS PROVINCIAS – PANELES QUINQUENALES	177
4.4.2.3.5. PARA LAS REGIONES – PANELES QUINQUENALES	178
4.4.2.4. COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN PARCIAL	179
4.4.2.5. COMENTARIOS ACERCA DE LA EXISTENCIA DE CONVERGENCIA CONDICIONAL	182
4.4.3. MODELO DE DELL, JONES Y OLKEN	183
4.4.3.1. VARIABLES UTILIZADAS	183
4.4.3.2. DATOS	184
4.4.3.3. RESULTADOS	184
4.4.3.3.1. PANEL DE PROVINCIAS	185
4.4.3.3.2. PANEL DE REGIONES	186
4.4.3.3.3. PANELES INDIVIDUALES POR REGION	186
4.5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO IV: SÍNTESIS	191
CAPITULO V	195
CONVERGENCIA PROVINCIAL Y REGIONAL	195
5.1. INTRODUCCIÓN	195
5.2. LA CONVERGENCIA EN UNA ECONOMIA DE LARGO PLAZO	196
5.2.1. TIPOS DE CONVERGENCIA	198
5.2.1.1. CONVERGENCIA β (ABSOLUTA)	198
5.2.1.2. CONVERGENCIA β (CONDICIONAL O RELATIVA)	200
5.2.1.3. CONVERGENCIA σ	202
5.2.1.4. RELACIÓN ENTRE CONVERGENCIA β Y CONVERGENCIA σ	203
5.3. REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA	204
5.3.1. LITERATURA EMPÍRICA PARA ARGENTINA Y LATINOAMÉRICA	207
5.3.2. METODOLOGÍAS PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA	210
5.4. ESTUDIOS EMPÍRICOS	211
5.4.1. CONVERGENCIA ABSOLUTA	212
5.4.1.1. ENTRE PROVINCIAS	213
5.4.1.2. ENTRE REGIONES	214
5.4.2. CONVERGENCIA CONDICIONAL: RESULTADOS SEGÚN MODELO DE SOLOW AMPLIADO CON CAPITAL HUMANO	214

5.4.2.1. PANELES ANUALES	214
5.4.2.1.1. ENTRE PROVINCIAS	214
5.4.2.1.1. ENTRE REGIONES	216
5.4.2.2. PANELES QUINQUENALES	216
5.4.2.2.1. ENTRE PROVINCIAS	216
5.4.2.2.2. ENTRE REGIONES	216
5.4.3. CONVERGENCIA CONDICIONAL: RESULTADOS SEGÚN REGRESIONES A LA BARRO Y SALA I MARTIN	217
5.4.3.1. PANELES ANUALES	217
5.4.3.1.1. ENTRE PROVINCIAS	217
5.4.3.1.2. ENTRE REGIONES	218
5.4.3.2. PANELES QUINQUENALES	218
5.4.3.2.1. ENTRE PROVINCIAS	218
5.4.3.2.2. ENTRE REGIONES	218
5.5. CONCLUSIONES SOBRE LA HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA	220
CAPITULO VI	223
CONCLUSIONES	223
6.1. SÍNTESIS Y REFLEXIONES FINALES	223
6.2. CONCLUSIONES	227
6.2.1. CAPITAL HUMANO Y TEMPERATURA: CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO III	227
6.2.2. MODELOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO: CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO IV	229
6.2.3. CONCLUSIONES ACERCA DE LA HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA	233
6.3. APORTE REALIZADO Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	235
BIBLIOGRAFÍA	237
ANEXO	251
DATOS: FUENTES Y MEDIDAS DESCRIPTIVAS	251

RESUMEN

El clima constituye un factor de alta incidencia en el crecimiento económico regional en un país. El crecimiento económico es de hecho sensible al tiempo y al clima. Las variables climáticas, en particular la temperatura, inciden en la variable capital humano a través de los canales educación y salud. Tal incidencia puede describirse mediante una relación matemática específica condicionada a las características de la región geográfica y, en particular, a la temperatura. El presente trabajo se basa en un estudio comparativo de las provincias y regiones de la República Argentina, a fin de poner de manifiesto las consecuencias de la temperatura observadas en el crecimiento económico regional y provincial, y en variables especialmente vinculadas con el capital humano, representativas de la educación y de la salud. Se formula la hipótesis de que los efectos de la temperatura son desfavorables para el crecimiento económico y para el capital humano - que a su vez incide sobre el crecimiento - en forma de educación y de salud. Un análisis de los años de escolaridad promedio y de la esperanza de vida al nacer demuestra que la temperatura desempeña un rol importante en la explicación en términos econométricos de las diferencias interregionales. Las regresiones efectuadas entre variables representativas de capital humano y la temperatura confirmaron la relación negativa entre ambas que postula la hipótesis. Se aplicaron técnicas de Análisis de la Varianza para efectuar comparaciones a nivel regional entre temperaturas medias, años de escolaridad promedio y esperanza de vida al nacer. Se aceptó la hipótesis de existencia de diferencias significativas entre las medias de las dos últimas variables en aquellos casos en que se compararon regiones con marcadas diferencias en sus temperaturas medias anuales.

Se probaron los Modelos de Solow Ampliado con Capital Humano, Estimaciones a la Barro y Sala i Martin y el Modelo de Dell, Jones y Olken. Se emplearon técnicas de datos de panel con estimaciones por el método generalizado de momentos y el de cuadrados mínimos. Se incluyó a la temperatura como regresor, dentro de un conjunto de variables explicativas. La validación empírica de todos los modelos dio como resultado que la temperatura incide negativamente en la tasa de crecimiento del PBG per cápita, es decir que a mayor temperatura, menor crecimiento. En particular, los valores de los coeficientes de determinación parcial entre la temperatura y el crecimiento indicaron que la participación de la temperatura en la variación de la tasa de crecimiento asume valores próximos a dos y a cuatro por ciento para las provincias y regiones respectivamente. Los resultados del Modelo de Dell, Jones y Olken aplicado a cada una de las regiones permitieron afirmar que la temperatura tiene "efecto crecimiento", es decir, tiene un efecto negativo acumulativo no reversible sobre la tasa de crecimiento del PBG per cápita, mientras que tiene escaso o nulo "efecto nivel". Finalmente se analizó la convergencia absoluta y condicional entre provincias y regiones. La convergencia absoluta fue rechazada en ambos casos por los dos métodos utilizados, mientras que los resultados obtenidos permitieron validar empíricamente la convergencia condicional, tanto a nivel provincial como regional.

ABSTRACT

Climate is a factor of great incidence in regional economic development of a country. Economic development is actually affected by climate and weather. Climatic variables, specially temperature, affect human capital trough education and health channels. The influence of climate on human capital can be described by a specific mathematical relationship that depends of several characteristics of the geographic region. Temperature is one of the most important climatic variables to be considered in the analysis. The thesis is based on a comparative study between provinces and regions of Argentina in order to prove the consequences of temperature that can be observed in economic growth of provinces and regions. The thesis also tries to show the incidence of temperature in human capital variables. Human capital is represented by selected variables related to education and health. We formulate the hypothesis that higher temperatures have substantial negative impacts on economic growth and on human capital, measured in the form of education and health. In addition, effects of human capital -depending on temperature - on economic growth are also relevant. Education is represented by average schooling years and health is represented by years of life expectancy at birth. The results of regressions between these variables and temperature proved the existence of a negative relationship between them and explained at least one of the reasons of difference between regions with different average annual temperatures. Several techniques of Analysis of Variance were used to compare annual average temperatures, average schooling years and years of life expectancy at birth between regions in Argentina. The results obtained let us accept the hypothesis of the existence of significant differences in schooling years and life expectancy between those

regions with notable differences in their temperatures. Three economic growth models were tested: Augmented Solow Model with Human Capital, Regressions of Barro and Sala I Martin and Dell, Jones and Olken Growth Model. We used panel data models for the empirical analysis and Generalized Method of Moments and Ordinary Least Squares to estimate the parameters of growth models. Temperature was included as an explanatory variable. Empirical results confirmed that temperature has negative effects on growth rates of growth of GDP per capita. In particular, the coefficient of partial determination between temperature and growth rate shows that the fraction of growth variability owed to temperature is around two percent for provinces and four percent for regions. Empirical results of Dell, Jones and Olken Model applied to each one of the five regions let us confirm that higher temperatures have more “growth effects” rather than “level effects”. Finally, we analyzed absolute and conditional economic convergence between provinces and regions in Argentina. Absolute convergence was rejected in all cases for both of the methods used to test convergence. On the other hand, conditional convergence was empirically accepted for provinces and regions.

CAPITULO I

ANTECEDENTES, FORMULACION DEL PROBLEMA y ESTRUCTURA DE LA TESIS

1.1. INTRODUCCION

El objeto de estudio de la tesis es el crecimiento económico en Argentina, analizado desde la perspectiva de su sensibilidad tanto a las variables que tradicionalmente se utilizan en los modelos de crecimiento, como a las variables relacionadas con aspectos climáticos; el estudio se ha focalizado particularmente sobre la variable *temperatura*.

La literatura del crecimiento ha desarrollado una gran variedad de modelos que, bajo supuestos diversos y la utilización de distintas variables, han intentado explicar las razones y las diferencias del crecimiento económico entre países o regiones. Pero independientemente de las características del modelo propuesto, los más difundidos hasta el momento tal vez no provean respuestas totalmente satisfactorias acerca de las causas del crecimiento económico, entre otras razones porque, a la luz de la relevancia que han adquirido las variables climáticas en las últimas décadas, especialmente el aumento de las temperaturas medias, la incidencia de dichas variables debe ser considerada para explicar la variación de la tasa de crecimiento

del PBI per cápita, conjuntamente con otras variables tradicionalmente utilizadas.

A los efectos de evaluar el crecimiento económico, las teorías más modernas han incluido al capital humano, tanto la acumulación de capital humano como el stock de capital humano, ya sea mediante la educación formal (Lucas, 1988) o a través del "*learning by doing*", aprendizaje por la práctica (Lucas 1988, Arrow, 1962) o a través de modelos que incorporan investigación y desarrollo (Romer, 1986, 1990) como variables que intentan explicar la tasa del crecimiento del PBI per cápita.

Los efectos de variables vinculadas con el clima que afectan al capital humano, y por su intermedio, al crecimiento económico, ofrecen un campo de investigación que puede ser más ampliamente transitado.

En la Figura I-1 se observa la diferencia de temperaturas medias anuales en las distintas regiones de la República Argentina, que se presenta dividida en regiones frías, templadas y cálidas.

Observando la Figura I-1 puede inferirse que la temperatura es un factor que no debe ser desdeñado a la hora de emprender un estudio acerca de las razones que expliquen el crecimiento económico regional o provincial. Entonces parece importante tener en cuenta a la *temperatura* como variable que ha de agregarse explícitamente en los modelos económicos que abordan las causas del crecimiento del PBG per cápita. Por otra parte, si como ya ha sido probado en modelos conocidos, la variable capital humano incide sobre el crecimiento económico, parece razonable preguntarse si la temperatura afecta al capital humano a través de los canales educación y salud, y por lo tanto, incide sobre el crecimiento a través de dichos canales. Estas serán cuestiones que abordará la tesis.



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (2009)

Figura I-1: Zonas isoclimáticas

1.2. CONSIDERACIONES ACERCA DEL OBJETO DE ESTUDIO

En la delimitación del objeto de estudio de la tesis, se realizará una revisión amplia del estado del arte, a fin de tener una idea cabal del estado actual del mismo, conocer los últimos avances significativos al respecto e identificar los puntos que requieren un esfuerzo de elucidación y clarificación.

En cuanto al *alcance* dado al trabajo, el mismo abarca un análisis estadístico de datos de temperatura, sumados a información vinculada con las variables representativas del crecimiento económico y de capital humano, a fin de validar la metodología propuesta, ajustando el estudio a la *limitación* impuesta por los datos disponibles.

El *diseño* de una investigación, de acuerdo con *Sabino (1996)*, tiene como cometido contrastar datos experimentales con formulaciones teóricas con el objetivo de verificar la validez de estas últimas, así como el de fijar una estrategia que determine las operaciones necesarias para verificar las teorías propuestas mediante la evidencia empírica. El diseño utilizado en la tesis se aproxima a los modelos ideales o puros llamados *diseño de campo sobre experimentos post-fácticos* y *diseño de campo con datos de panel*.

En relación con las variables climáticas, resulta un *diseño sobre experimentos post-fácticos*, ya que los datos responden a situaciones reales, que se han producido espontáneamente, como lo son las temperaturas detectadas en estaciones meteorológicas mediante dispositivos especialmente dispuestos a tal fin.

El diseño de la tesis intenta constituir una unidad coherente desde el punto de vista lógico y metodológico, con una estructura interior propia, con propuestas teóricas y validación empírica.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El clima afecta a la vida humana a través de una variedad de canales. El *clima* y los *cambios climáticos* influyen en las condiciones sociales (cultura, migración), condiciones físicas y psicológicas (agresión, cognición, salud, alergias, nutrición), condiciones económicas (producción energética, turismo, agricultura) y condiciones ecológicas (fauna y flora).

Las teorías climáticas sobre desarrollo económico tienen una larga historia. Pueden citarse como ejemplos prominentes las obras de *Huntington* (1915)¹ y *Montesquieu* (1750)². Conocido por sus estudios sobre el clima y la relación existente entre el medio y el progreso de la cultura, *Huntington* investigó el efecto de las fluctuaciones climatológicas sobre la salud, energía y rendimiento humanos. Concluyó que un clima estimulante, como el de las zonas templadas, desempeña un papel importante en la evolución de las civilizaciones superiores.

Montesquieu (1750) encontró en la naturaleza del clima y del suelo una de las causas más poderosas de la diferenciación cultural y política del género humano, y las referencias directas al clima y al medio geográfico son uno de sus pensamientos conductores para demostrar el contraste de las leyes e instituciones. A ello dedicó explícitamente

¹ Huntington, E. (1915). *Civilization and Climate*.

² Montesquieu, C. (1750). *The Spirit of Laws*

numerosas páginas del *Espíritu de las Leyes*, su obra más conocida e influyente, y una de las piezas claves de la teoría política del setecientos.

Es conveniente aclarar algunos conceptos, a saber: sistema, **sistema climático, clima y cambio climático**. Chorley y Kennedy (1971) definieron **sistema** como “*un conjunto estructurado de elementos, objetos y atributos constituidos por componentes o variables que presentan relaciones unas con otras y operan de forma conjunta como un todo complejo, de acuerdo con ciertas pautas observadas*”.

Un **sistema climático** es aquel cuyos componentes y variables son entidades y magnitudes climáticas. Un sistema climático puede considerarse una variable aleatoria de modo que el **clima** puede definirse como el comportamiento medio del sistema climático en periodos largos de tiempo. Se llama **cambio climático** a la modificación del clima con respecto al historial climático, a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos (Chorley y Kennedy, 1971).

De acuerdo con el último informe elaborado por el *Intergovernmental Panel of Climate Change* – en adelante IPCC – en el año 2007, los cambios observados en el clima en las últimas décadas, especialmente aquellos producidos en los aumentos de temperaturas medias, obedecen básicamente a la variación de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles en la atmósfera, y las variaciones de la cubierta terrestre y de la radiación solar alteran el equilibrio energético del sistema climático.

El ser humano desde hace más de 500.000 años ha estado liberando dióxido de carbono a la atmósfera mediante la quema de diversos materiales. En los últimos 200 años esta actividad se ha acelerado de manera muy notable. Las emisiones mundiales de GEI por efecto de

actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial. El setenta por ciento de dicho aumento se produjo entre 1970 y 2004 (Ramírez y otros, 2009). El dióxido de carbono es el GEI antropógeno más importante. De acuerdo con el informe citado, sus emisiones anuales aumentaron en torno a un ochenta por ciento entre 1970 y 2004.³

Para comprender por qué puede aceptarse casi sin discusión la confiabilidad de los estudios realizados por el IPCC, se dedicarán algunas líneas acerca de la constitución y las funciones del IPCC. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático fue galardonado con el **Premio Nobel de la Paz 2007** conjuntamente con *Al Gore*, quien fuera vicepresidente de Estados Unidos desde 1993 hasta 2001. Los motivos invocados por la *Fundación Nobel* se resumen en el siguiente párrafo:

"Por sus esfuerzos en construir y difundir conocimientos acerca de los cambios climáticos producidos por el hombre y por construir las bases para las medidas necesarias para combatir dichos cambios" (Fundación Nobel, 2007).

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático de la ONU representa el mayor grupo de científicos independientes que trabaja para asesorar a los políticos e informar a los ciudadanos sobre la evolución del cambio climático que está generando la acción antrópica sobre nuestro planeta. El IPCC fue establecido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1988. Más tarde hubo de admitirse que el cambio climático se convertiría en un asunto de suma gravedad y los jefes de

³ Para más detalles ver "Cambio Climático 2007 – Informe de síntesis" - IPCC (2008)

estado necesitarían del asesoramiento de un verdadero consejo científico para tomar sus decisiones al respecto. El papel del IPCC es el de aconsejar a los responsables de tomar decisiones políticas acerca del estado actual del conocimiento y proporcionar información pertinente y fiable del cambio climático. Resume el *estado del conocimiento* en lo relativo al cambio climático en los Informes de Evaluación que se publican cada cinco años aproximadamente.

Desde su establecimiento, el IPCC ha producido una serie de informes de evaluación (1990, 1995, 2001, 2007), Informes Especiales, Documentos Técnicos y Guías Metodológicas que son obras de referencia ampliamente utilizadas por responsables de políticas, científicos, y expertos en disciplinas diversas. Entre los informes más recientes cabe señalar dos informes especiales *La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono* y *La protección de la capa de ozono y el sistema climático mundial*, publicados en 2005, así como las Directrices sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero" (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"), reeditado en 2006.

El *Informe de Síntesis 2007* del IPCC, adoptado en Valencia, España, el 17 de noviembre de 2007, constituye el Cuarto Informe de Evaluación (CIE), en cuatro volúmenes, publicado en sucesivas entregas a lo largo del año, con el título *Cambio climático 2007*. En él se resumen las conclusiones de los tres informes de los grupos de trabajo, y se ofrece una síntesis que aborda específicamente los aspectos de interés para los responsables de políticas en la esfera del cambio climático. El informe ilustra los impactos del calentamiento mundial y el potencial de adaptación de la sociedad para reducir su vulnerabilidad. Contiene además un análisis de los costos, políticas y tecnologías que traerá aparejada una limitación de la magnitud de los cambios futuros.

Por otra parte, la investigación realizada a nivel mundial en el *Informe Stern* (2007), prevé que los incrementos de temperatura globales por encima de los dos o tres grados centígrados, en promedio, con respecto a los registros de niveles de temperatura promedio previos a la Revolución Industrial, producirán daños en gran escala. En su expresión matemática, la función de costos de los daños globales será convexa y creciente en la temperatura ya que tenderían a incrementarse en forma notable los costos relacionados con el cambio climático en sus tres dimensiones: renta, mortalidad y ecosistema.

De acuerdo con lo expresado por *Stern*⁴ (2007) se estima que los costos y los riesgos totales del cambio climático equivaldrán en el futuro a una pérdida anual permanente de por lo menos un 5% del PBI mundial. Dicho porcentaje podría extenderse a un 20% si se efectuara el análisis para un conjunto más amplio de riesgos y efectos. Por ejemplo, si bien es probable que la agricultura en los países desarrollados en los países de latitudes más altas se beneficie con un calentamiento moderado⁵ (que no supere los 3°C), el aumento de la temperatura, aunque sea pequeño, producirá un descenso en el rendimiento agrícola de las regiones tropicales. En zonas tropicales menos desarrolladas, (por ejemplo, regiones situadas en África y América Central) cuya agricultura está fuertemente basada en el maíz, los cultivos ya se encuentran próximos a umbrales máximos de temperatura. De acuerdo con *Stern* (2007) la temperatura óptima para el crecimiento de los cultivos debe estar comprendida entre los 25 y los 30°C, mientras que el umbral de letalidad se acerca a los 40°C. Estos países suelen disponer de una capacidad limitada para efectuar ajustes en su economía frente a variaciones en las pautas agrícolas

⁴ Ver " *Informe Stern: la verdad sobre el cambio climático*" (2007) pág.21

⁵ Para un detalle sobre los efectos regionales del cambio climático en los países desarrollados, ver *Informe Stern* (2007) Cap. 3: "Costes del Cambio Climático en países desarrollados", p.154 a 160.

La adaptación al cambio climático de los países en vías de desarrollo⁶ deberá basarse fundamentalmente en la diversificación de la actividad económica y en el fomento de la inversión en salud y en educación. Los beneficios de ejercer acciones que contrarresten las consecuencias adversas superarán ampliamente los costos económicos de no actuar. (*Stern, 2007, p.21*).

A los efectos ocasionados por el aumento de las temperaturas promedio, puede incorporarse el análisis de la ocurrencia de sucesos extremos (inundaciones, sequías y tormentas fuertes) y efectos umbral que podrían ocurrir si las temperaturas superaran cierto nivel.

Por otra parte, si bien pequeños aumentos en la temperatura en países desarrollados - que suelen ser menos cálidos en general - pueden ir acompañados de un incremento en la productividad agrícola, sufrirán no obstante escasez de agua por aumento de las temperaturas, lo que dará lugar a una reducción de la misma producción agrícola que el incremento inicial habría ocasionado.

El *Informe Stern*, que se hizo público por primera vez en octubre de 2006, fue encargado por el gobierno británico al economista *Sir Nicholas Stern* con la finalidad de analizar los aspectos económicos del cambio climático. Constituye un hito histórico al ser el primer informe sobre cambio climático encargado por un gobierno a un economista en lugar de a un meteorólogo.

En cuanto a los modelos existentes que incluyen a variables climáticas para explicar el crecimiento económico, se propone efectuar una revisión de los mismos y al mismo tiempo, formular las críticas que se consideren pertinentes en cuanto a su aplicabilidad a países o regiones en vías de desarrollo, puesto que los modelos que se

⁶ Para más detalles ver *Informe Stern (2007) Cap. 7*

describirán más adelante han sido formulados para países desarrollados en los que la incidencia del clima – en particular, de los aumentos de temperatura - no da lugar a las mismas consecuencias que se producirían en los países en vías de desarrollo, y especialmente en regiones de la República Argentina, en las que el presente trabajo focalizará la atención.

1.4. HIPÓTESIS

El crecimiento económico es sensible al tiempo y al clima. Las variables climáticas, en particular, la *temperatura*, inciden en la variable *capital humano* a través de los canales *educación* y *salud*. Tal incidencia puede describirse mediante una relación matemática específica condicionada a las características de la región geográfica y al clima.

Se postula que el aumento de los valores de la variable *temperatura* incide directa y desfavorablemente en el crecimiento económico a largo plazo. Además, su influencia negativa en variables representativas de capital humano incide en sentido adverso y en forma indirecta sobre la tasa de crecimiento del PBG per cápita a través de los canales educación y salud.

Se propone un estudio a nivel regional y provincial para las cinco regiones geográficas y para las veinticuatro provincias de la República Argentina, respectivamente. Se trata de efectuar un análisis comparativo entre regiones, sustentado en las diferencias que presentan los valores de sus temperaturas medias, a fin de poner de manifiesto las consecuencias observadas en variables especialmente vinculadas con educación y salud, y su relación con el crecimiento económico regional y

provincial. Si bien tanto las temperaturas extremadamente altas como las extremadamente bajas tienen efectos desfavorables sobre la educación – y sobre la salud - se presume que tales efectos son menos adversos en aquellas regiones con temperaturas más bajas que en aquellas con temperaturas más altas, de modo que la relación entre temperatura y educación podría expresarse matemáticamente mediante una función asimétrica de concavidad negativa cuya representación gráfica se bosqueja en una curva de la forma que se muestra en la Figura I-2.

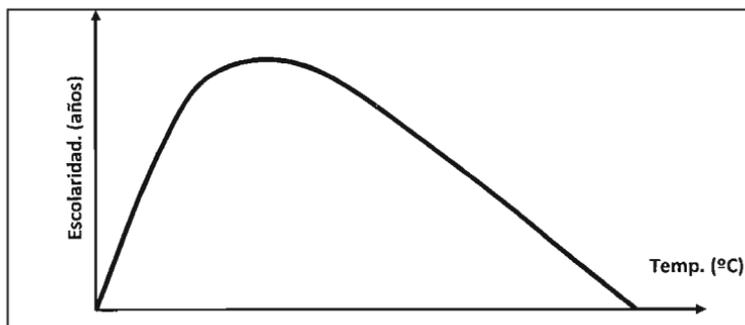


Figura I-2. Relación entre temperatura y escolaridad

El cambio climático podrá tener repercusiones muy graves en materia de crecimiento y desarrollo. Las emisiones de gases efecto invernadero, que constituyen la causa principal del aumento global de las temperaturas medias, conducirán a un cambio de la geografía física del mundo que dará lugar a alteraciones muy significativas de la geografía humana, en relación con la distribución de los lugares de residencia de la población y de su forma de vida. Si bien las naciones y poblaciones más pobres serán más vulnerables ante la ocurrencia de eventos climáticos

extremos, tales como inundaciones, sequías, tormentas, también se verán afectados los países ricos.

La hipótesis que se propone postula que temperaturas medias diferentes tendrán efectos diferentes sobre el capital humano, medido especialmente a través de la educación, y por ende, dichos resultados habrán de traducirse en efectos diferentes sobre el crecimiento económico, medido a través de la tasa de crecimiento del PBG per cápita. Se sostiene la hipótesis de que el incremento de las temperaturas medias tendrá efectos desfavorables sobre el capital humano y consecuentemente, sobre el crecimiento económico.

Como asevera *Weil* (2006) el factor de producción humano, el trabajo, no puede considerarse idéntico en todas las regiones ni en todos los períodos. Un trabajador puede ser débil o fuerte, estar enfermo o sano, poseer o no poseer formación. Las cualidades del trabajo en las que centramos la atención se designan con el nombre de *capital humano*.

Se propone realizar el estudio a nivel provincias y regiones de la República Argentina, por lo que se utilizarán datos del Producto Bruto Geográfico provincial.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal consiste en analizar y cuantificar los efectos que la variable temperatura tiene sobre los factores determinantes del crecimiento económico a largo plazo, a nivel provincial y regional para la República Argentina.

Una metodología utilizada en la literatura del crecimiento económico para estudiar el desempeño de un país específico consiste en obtener una ecuación de determinantes del crecimiento económico a nivel mundial y luego aplicarla al país de interés (Lefort, 1997).

Dado que el objetivo de este trabajo es analizar específicamente el caso de Argentina, parece más interesante obtener una ecuación de los determinantes del crecimiento económico con los propios datos de Argentina ya que se trata de realizar un estudio a partir de las características propias del país y con los datos disponibles para regiones de Argentina. Para ello se utilizarán datos de PBG, temperatura, educación, esperanza de vida al nacer, correspondientes al lapso comprendido entre 1980 y 2010.

La elección del período utilizado busca capturar el efecto a largo plazo de la variable temperatura en el crecimiento económico. Si bien existen otras variables climáticas, es sabido que la causa más importante que ocasiona el cambio climático radica en el aumento experimentado por la temperatura en las últimas décadas.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se plantean los siguientes objetivos específicos:

- a) Analizar los efectos de la temperatura sobre el crecimiento económico mediante la utilización de modelos económicos que incluyan específicamente a la temperatura como variable explicativa.
- b) Determinar si la temperatura influye negativamente sobre el capital humano, a través de los canales educación y salud, bajo el supuesto de que dichas variables se ven más afectadas en las regiones

con temperaturas más elevadas y por ende, se ve afectado el crecimiento económico de modo indirecto.

c) Comparar los resultados obtenidos entre regiones, focalizando la atención en aquellos casos en los que se experimenten marcadas diferencias de temperatura. Se considerarán las cinco regiones en las que se divide la República Argentina, con las respectivas provincias que la conforman: Región del Noroeste, Región del Noreste, Región de Cuyo, Región Pampeana y Región Patagónica.

1.6. ESTRUCTURA DE LA TESIS

La tesis se estructura en seis capítulos. En el **Capítulo I**, como ya se ha visto, se formula el problema, se enuncian las hipótesis y los objetivos del trabajo y se relatan los antecedentes sobre el tema.

En el **Capítulo II**, se describen modelos tradicionales de crecimiento económico y otros modelos elaborados hasta el momento que contemplan variables climáticas. Se señalan los modelos que serán utilizados en este trabajo y se indica la metodología que será empleada en el análisis empírico que se realizará en los capítulos siguientes.

En el **Capítulo III** se efectúan las estimaciones empíricas de los valores de capital humano en forma de educación y en forma de salud, con el objeto probar que la temperatura incide negativamente sobre el capital humano en los dos canales señalados. Como medida representativa de la educación se utilizará el *número promedio de años de educación formal del individuo* y como medida representativa de la salud se tomará la *esperanza de vida al nacer*.

En el **Capítulo IV** se probarán los tres modelos de crecimiento que se proponen en el **Capítulo II**.

En el **Capítulo V** se realiza el análisis de convergencia provincial y regional a partir de los resultados obtenidos en el **Capítulo IV** para los modelos cuya especificación admite el análisis de convergencia.

Finalmente, las conclusiones de todo el proceso de análisis quedan recogidas en el **Capítulo VI**, que sintetiza resultados e implicaciones de cada etapa del estudio.

1.7. ANTECEDENTES SOBRE EL TEMA

1.7.1. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

Si bien los efectos del cambio climático afectan también a los países ricos, la vulnerabilidad de los países en vías desarrollo es considerablemente mayor, debido a que poseen bajo nivel de renta y su producto depende más fuertemente de sectores muy sensibles a las variaciones del clima y a los eventos climáticos extremos, como es el caso del sector agropecuario.

El clima tendrá efectos sobre los niveles educativos, que habrán de descender como consecuencia de los cambios en la renta y en las condiciones sanitarias de las familias. Además, la capacidad de aprendizaje y la posibilidad de asistir a la escuela se verán afectadas por el deterioro en la calidad de la alimentación y las condiciones de salud que las características climáticas pudieran provocar, terreno que aún requiere ser explorado en profundidad.

El calentamiento global amenaza la sostenibilidad a largo plazo del avance del desarrollo. De acuerdo con *Tol* (2002b) las previsiones indican que los efectos físicos del cambio climático se tornarán progresivamente más significativos hasta la década de 2050 si se produce un calentamiento de entre dos y tres grados centígrados.

Nordhaus (2006), citado por *Stern* (2007, p.31) ha llegado recientemente a la conclusión de que "la geografía tropical tiene un efecto negativo sustancial sobre la densidad de producción per cápita y sobre la producción per cápita comparada con la de las regiones templadas". El cambio climático tendrá implicaciones para el nivel de renta que a su vez se verá afectado por los efectos adversos sobre el nivel de salud y de educación.

Rehdanz K. and Maddison D. (2004) demostraron que el clima tiene influencia en el estado subjetivo de bienestar, definido como la brecha entre las aspiraciones de las personas y sus verdaderos logros. Tomaron una muestra de sesenta y siete países, y llegaron a la conclusión de que la población prefería temperaturas medias más altas en los países muy fríos y temperaturas medias más bajas en los más cálidos. No obstante, se observó mayor grado de satisfacción en los países con temperaturas medias más bajas.

La educación también correrá riesgos a partir de los efectos derivados del cambio climático y sobre todo, del aumento de la temperatura. Según lo manifestado en el *Informe Stern* (2007, p.139), hasta el momento han sido escasas las investigaciones llevadas a cabo sobre el impacto del cambio climático en este aspecto tan importante del desarrollo, por lo que merece que se le dedique una atención mucho mayor. Un estudio realizado por *Birdsall y Sabot* (1991) sobre la base de datos obtenidos en Malasia, Ghana y Perú dio como resultado que un año

adicional de estudios formales puede dar lugar a un incremento en la producción de las explotaciones agrícolas de entre el dos y el cinco por ciento. Los autores consideran que cuanto mejor educados estén los agricultores estarán en mejores condiciones de absorber nueva información, aprenderán a utilizar insumos desconocidos y se mostrarán dispuestos a innovar. Así, si se comprueba que el clima incide en la educación, se puede mostrar que incide indirectamente en la producción agrícola.

A medida que un país se desarrolla desde el punto de vista económico, la salud de su población mejora, y a su vez, dicha mejora eleva su nivel de renta. Una manera de medir el nivel medio de salud de un país es observar la *esperanza de vida al nacer*. *Shastry y Weil* (2003), *Mitnik* (1998), *Delfino y Ferro* (1998), *Aghion y Howitt* (2010), *Lorentzen y Mc Millan* (2008) han utilizado la esperanza de vida al nacer como un indicador de la salud. Tomando como referencia los trabajos mencionados, también se utilizará la esperanza de vida al nacer como indicador de la salud en este trabajo.

Weil (2006, p.161) afirma que "los individuos trabajan con la mente y con el cuerpo. De hecho, en las economías desarrolladas la capacidad intelectual influye mucho más que la capacidad física en el salario de una persona. Por este motivo la inversión que mejora el intelecto de una persona –en otras palabras- la educación se ha convertido en el tipo más importante de inversión en capital humano"

Los niveles de estudio medidos en años de educación varían notablemente de un país a otro y de una región a otra. En un estudio realizado por *Barro y Lee* (2000) para el período 1960-2000, se obtuvieron los datos que figuran en la Tabla I-1. (*Weil, 2006, p.161*).

Weil (2006, p. 448) destaca que las zonas tropicales del mundo son pobres y su renta per cápita representa sólo el 43% de la media mundial, mientras que las regiones templadas suelen ser las más ricas del mundo. La aseveración de Weil y los datos de la Tabla I-1 inducen a postular una relación negativa entre temperatura y años de educación.

Puede observarse que existe una notable diferencia entre el número medio de años de estudio de la población adulta (de quince años o más) entre los países en vías de desarrollo y los países desarrollados.

Es probable entonces que dicha diferencia en los niveles de educación, que se ve reflejada en la existencia de una diferencia significativa en los años promedio de estudios de la población adulta, pueda atribuirse, entre otras causas, a diferencias en las temperaturas medias.

Tabla I-1. Evolución del nivel de estudios, 1960-2000

TIPOS DE ESTUDIO						
<i>PAISES</i>	<i>AÑO</i>	<i>AÑOS PROMEDIO</i>	<i>NINGUNO</i>	<i>PRIMARIOS COMPLETOS</i>	<i>SECUNDARIOS COMPLETOS</i>	<i>SUPERIORES COMPLETOS</i>
<i>EN VÍAS DE DESARROLLO</i>	1960	2,05	64,1	17,1	25	0,4
	2000	5,13	34,4	43,0	14,8	3,0
<i>DESARROLLADOS</i>	1960	7,06	6,1	72,9	20,2	3,0
	2000	9,76	3,7	84,6	44,7	13,0

Fuente: Barro y Lee (2000). Datos referidos a la población de 15 años o más

Gallup, Sachs y Mellinger (1998) estiman que el nivel de ingreso per cápita promedio de los países tropicales es aproximadamente igual a la mitad del nivel de ingreso per cápita promedio de los países subtropicales e igual a un tercio del nivel de ingreso per cápita promedio en los países alejados del trópico.

A pesar de que no existe ninguna norma legal específica que establece cuál debería ser la temperatura máxima posible para escuelas o lugares de trabajo, de acuerdo con lo expresado por la *Unión Nacional de Maestros del Reino Unido – NUT (2010)*⁷ temperaturas muy elevadas afectan la habilidad de alumnos y maestros para concentrarse, aumentan el cansancio y pueden ser causa de enfermedades y malestar físico. Los niños, especialmente los más pequeños, están más expuestos a las consecuencias negativas del calor extremo (*NUT -High Classroom Temperatures*, p.1). La *NUT (2010, p.1)* señala también que la *Organización Mundial de la Salud* recomienda una temperatura máxima de 24°C para los lugares de trabajo, siendo definitivamente inaceptable una temperatura que supere los 26°C.

Azhaev AN, Zorile VI y Kol'tsov AN (1980) postulan que las personas, sometidas a elevadas temperaturas, pueden contraer mareos, desmayos, calambres, golpes de calor y, en caso de que la temperatura de la sangre aumente por encima de los 39°C, existe riesgo de golpe de calor, delirio o confusión. *Nag P.K., Bandyopadhyay P., Ashtekar SP, Kothari D., Desai H. y Nag A. (1996)* señalan que las temperaturas altas tienen efectos riesgosos sobre la capacidad cardiorespiratoria, que sin lugar a dudas, afectan la capacidad de trabajo del individuo y aumentan

⁷ NUT Health & Safety Briefing. *High Classroom Temperatures* (Febrero 2010)

su nivel de cansancio. Las temperaturas elevadas también causan efectos psicológicos desfavorables tales como la intolerancia y la agresividad. A través de estudios empíricos realizados para algunas ciudades de los Estados Unidos, *Anderson C. et al* (2000) sostienen que existe estrecha relación entre las temperaturas elevadas y los comportamientos violentos.

Weil (2006, p.454) explica que existe una relación adversa entre la temperatura y la energía que se fundamenta en la fisiología humana: *"...los habitantes de los climas cálidos no pueden trabajar mucho porque se acaloran demasiado.....en un clima cálido - especialmente en un clima húmedo y cálido - en el que la evaporación del sudor no puede mantener frío el cuerpo hay que trabajar despacio si se quiere sobrevivir.."*. Entonces puede inferirse que el calor afecta negativamente a la productividad del trabajo físico porque el trabajo muscular genera mucho calor y, en ambiente cálido - peor aún húmedo - el cuerpo se calienta de manera riesgosa. Por lo tanto, es evidente que el individuo no estará en condiciones favorables para desempeñarse en sus actividades, ya sean laborales o educativas.

Los trabajos citados contribuyen a fortalecer la hipótesis de la influencia de la temperatura en los comportamientos de los individuos que inciden sobre el desarrollo de sus capacidades de trabajo y de aprendizaje.

1.7.2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Weil (2006, p.436) afirma que existen buenas razones para postular que la geografía, el clima y los recursos naturales afectan al ingreso. Analiza la influencia de la geografía en el crecimiento económico

a través del comercio internacional, las influencias geográficas en el tipo de gobierno y la influencia del clima en el crecimiento económico.

El autor señala que el determinante geográfico más importante de la capacidad de un país para participar en el comercio internacional es su proximidad al mar. De acuerdo con *Weil* (2006, p.438) el PBI per cápita de las zonas que se encuentran a menos de 10 kilómetros de la costa marítima es, en promedio, el doble del PBI per cápita de las zonas que se encuentran más al interior.

De acuerdo con *Jones* (1987) citado por *Weil* (2006, p.443), la geografía afecta al crecimiento económico a través de su influencia sobre las dimensiones del estado y el comportamiento del gobierno. En principio puede pensarse que un país grande y unificado tiene un gran mercado y mayores posibilidades de beneficiarse con la especialización y con la facilidad con la que pueden difundirse las ideas productivas. No obstante, el progreso económico de Europa muestra que la fragmentación política fue favorable para el crecimiento económico puesto que estimuló la competencia y puso freno al poder de los gobiernos. *Jones* (1987) atribuye a la geografía la estructura política fragmentada de Europa. Las zonas fértiles en Europa están muy dispersas y existen regiones separadas por barreras naturales, tales como las masas de agua y las cadenas montañosas. La experiencia histórica de China muestra que su geografía homogénea permitió que fuera gobernada por un gobierno centralizado, circunstancia que frenó el crecimiento económico.

Weil (2006, p. 448) destaca que las zonas tropicales del mundo son pobres y su renta per cápita representa sólo el 43% de la media mundial, mientras que las regiones templadas suelen ser las más ricas del mundo.

Gallup, Sachs y Mellinger (1998) defienden la hipótesis de la importancia de la geografía en el desarrollo económico. Mediante estudios empíricos para una muestra de países ubicados en regiones diversas, encuentran una fuerte correlación entre la geografía y el desarrollo económico. Los países cercanos al trópico, con temperaturas elevadas y alejados de las costas marítimas son más pobres que aquellos que se encuentran ubicados en latitudes medias y altas. A diferencia de *Rodrik, Subramanian y Trebbi* (2002), que utiliza a la densidad de población como una variable para explicar el desarrollo, *Gallup, Sachs y Mellinger* (1998) consideran que dicha variable no es significativa puesto que la distribución de la densidad de la población en el mundo dista mucho de ser uniforme, ya que existen tanto países ricos como pobres con alta densidad de población. Una mayor densidad de población puede estar asociada con una disminución del ingreso per cápita pero, contrariamente, en las zonas costeras, donde los costos de transporte son menores y existe una marcada división del trabajo, un aumento de la población puede estar asociado a un aumento del ingreso per cápita.

Los estudios empíricos de *Gallup, Sachs y Mellinger* (1998) avalan la hipótesis de que las características geográficas siguen siendo, como en el pasado, factores altamente significativos que, considerados en forma conjunta con las instituciones, constituyen determinantes que inciden en forma directa sobre el crecimiento. La geografía también es importante en tanto afecta la elección de políticas económicas. A partir de estudios empíricos *Gallup, Sachs y Mellinger* (1998) concluyen que tanto la geografía como las instituciones políticas y económicas son determinantes del desarrollo.

La proximidad a los trópicos y las temperaturas elevadas son factores adversos, fundamentalmente por la posibilidad de contraer enfermedades típicas de zonas tropicales tales como la malaria. La

cercanía a la costa marítima resulta favorable no sólo porque se reducen los costos de transporte sino porque facilitan el desarrollo de ciertas economías de aglomeración. Concluyen que las diferencias naturales contribuyen favorablemente a la elección de políticas que promuevan el crecimiento económico.

Rodrik, Subramanian y Trebbi (2002) explican el desarrollo económico a través de la incidencia de tres factores: la geografía, las instituciones y el comercio internacional. Mediante estudios empíricos realizados para un grupo de países con características sociales y económicas diferentes obtienen como resultado que la geografía tiene un efecto directo débil sobre el ingreso, mientras que el efecto del comercio internacional, y fundamentalmente, el de las instituciones, resultan significativos.

Los autores utilizan la distancia al Ecuador, la incidencia de la malaria, las temperaturas medias y la cantidad de días helados por mes en invierno como variables geográficas. Al resultar significativo el efecto directo de la geografía sobre las instituciones, ésta incide de manera indirecta sobre el ingreso, por lo que deben tenerse en cuenta las características geográficas de los países, entre ellas, el clima, como causas posibles que justifiquen, entre otras, la diferencia en el crecimiento económico entre países.

Efectúan regresiones con una muestra de países en la que utilizan como variable dependiente al logaritmo del ingreso per cápita y como variables independientes a las instituciones, el comercio internacional, y la geografía. La medida empleada para esta última es la distancia de los países al Ecuador. Si bien los coeficientes que se obtienen para las tres variables poseen el signo correcto (positivo para las instituciones y el comercio internacional, negativo para la distancia al Ecuador), resultan

relevantes las dos primeras variables. (Rodrik, Subramanian y Trebbi, 2002, p.7, p.26, p. 32). No obstante, es cierto que otros factores que inciden en los modelos econométricos, tales como el sesgo de variables omitidas, errores de medición o causalidad reversa podrían alterar estos resultados.

Para atenuar estos problemas, realizan estimaciones por el método de mínimos cuadrados en dos etapas. En la primera etapa estiman la variable *Instituciones* (medida por *rule of law index*) como variable dependiente de las variables "distancia al Ecuador" y "tasa de mortalidad" y en la segunda etapa, estiman el ingreso per cápita como variable dependiente de las instituciones. En la primera etapa se obtiene que las variables geográficas tienen un impacto significativo sobre la calidad de las instituciones (p.9 y p.32).

Rodrik, Subramanian y Trebbi (2002, p. 12,13 y 36) plantean otras regresiones en las que tratan de explicar directamente el log del ingreso per cápita mediante variables geográficas tales como: malaria, acceso al mar, si el país es exportador de petróleo (variable *dummy*), días helados, áreas heladas, distancia al Ecuador, áreas en zonas tropicales y temperaturas medias. Los resultados señalan que la variable *dummy* "petróleo" es altamente significativa y también lo es la malaria, aunque a un nivel menor. Las otras variables no resultan individualmente significativas. No obstante, resulta significativo el efecto conjunto de las variables malaria y distancia al Ecuador. En cuanto a la variable "temperatura media", si bien no es especialmente significativa, arroja un coeficiente con signo correcto. Concluyen que los resultados de las regresiones en la primera etapa señalan claramente un efecto directo importante de la geografía vía las instituciones.

A la luz de estos resultados, parece razonable postular que la temperatura incide sobre el crecimiento económico, en tanto los países más cercanos al Ecuador detentan temperaturas más elevadas; la temperatura incide sobre la salud y es un factor determinante de enfermedades como la malaria.

Rodrik, Subramanian y Trebbi (2002) citan el trabajo de Easterly y Levine (2002) sobre el que consideran que se ha adoptado un enfoque similar. Easterly y Levine (2002) efectúan regresiones sobre los niveles de ingreso en las que utilizan como variables explicativas a las instituciones, los recursos naturales como variable geográfica y las políticas. También concluyen que las instituciones ejercen una influencia significativa sobre el desarrollo, mientras que la dotación de recursos naturales sólo incide a través de las instituciones. Sintetizan su postura acerca de la importancia de la geografía como determinante del crecimiento económico en el párrafo que se transcribe a continuación:

"In the voluminous literature on this subject, three strands of thoughts stand out. First, there is a long and distinguished line of theorizing that places geography at the center of the story Geography is a key determinant of climate, endowment of natural resources, disease burden, transport costs, and diffusion of knowledge and technology from more advanced areas. It exerts therefore a strong influence on agricultural productivity and the quality of human resources" (RODRIK, SUBRAMANIAN Y TREBBI, "Institutions rules: The Primacy of Institutions over Geography and Integration in Economic Development", p.2)

Las características geográficas pueden entonces tener un efecto directo sobre el ingreso a través de la agricultura y las tasas de morbilidad, y a su vez un efecto indirecto sobre el comercio internacional, si se tienen en cuenta los costos de transporte, la cercanía a las zonas costeras y las vías navegables. La existencia de recursos naturales (carbón, petróleo, suelos fértiles, vías navegables) y los climas

benignos constituyen aspectos favorables para la toma de decisiones de política por parte de las instituciones. Los autores no desestiman la influencia de la geografía en el crecimiento económico pero consideran a las instituciones como el factor de mayor incidencia sobre la variación del ingreso.

Acemoglu, Johnson y Robinson (2002) aseveran, a partir de los resultados de sus trabajos empíricos en los que utilizan a la urbanización y a la densidad de población como variables proxy de prosperidad económica, que los factores climáticos no son causa relevante para el desarrollo económico, ya que si lo fueran, no podría explicarse cómo regiones favorecidas por su características geográficas fueron económicamente prósperas en el siglo XVI, y dejaron de serlo en los siglos XIX y XX. Obtienen regresiones en las que la variable dependiente es el PBI per cápita, y utilizan como variables de control a la latitud, el clima (temperatura y humedad), la calidad del suelo, las reservas de oro, zinc, hierro, plata y petróleo, el acceso al mar y la religión, entre otras. Ninguna de ellas resulta significativa para explicar el crecimiento económico a lo largo de los siglos.

Por el contrario, regiones con condiciones geográficas desfavorables progresaron económicamente en los últimos quinientos años. Los autores han denominado a esta situación como *inversión de la fortuna* y atribuyen el crecimiento económico a la capacidad de las buenas instituciones de saber aprovechar las posibilidades de industrialización de los países. Si bien es cierto que ciertas condiciones de privilegio en el clima o en los recursos naturales favorecen los procesos de industrialización, los avances en la tecnología superan las bondades que las características geográficas de los países puedan tener. Sostienen enfáticamente la hipótesis de que las sociedades que proveen de

incentivos y oportunidades para invertir serán más ricas que aquellas que no lo hagan, independientemente de sus características geográficas.

Los trabajos citados apelan a la geografía en general como un factor de incidencia directa o indirecta sobre el crecimiento económico. Esta tesis pretende focalizar su análisis utilizando específicamente a la variable temperatura asociada a las regiones geográficas de la República Argentina seleccionadas para los estudios empíricos.

Brian Fagan (2008) investiga, desde una perspectiva arqueológica y antropológica, cómo influyó el cambio climático, y en particular, el aumento de las temperaturas, en el apogeo y caída de las civilizaciones. Estudia los cambios climáticos producidos durante los últimos cuatro siglos y descubre que, a pesar de que un aumento leve de la temperatura fue favorable para algunas regiones del planeta produciendo excelentes cosechas, fue adverso para regiones tropicales y subtropicales al ocasionar sequías prolongadas, que junto con la escasez de agua, trajeron grandes pérdidas en la producción agrícola y proliferación de enfermedades. El aumento gradual y sostenido que seguirá experimentando la temperatura traerá consecuencias destructivas:

".....En este momento estamos ingresando en una época de aridez extrema, que afectará a gran parte de la población de un mundo en el cual la adaptación a la falta de agua y a las malas cosechas es infinitamente más compleja que en el pasado. Sólo nos queda la esperanza de que la capacidad de adaptación y el ingenio que caracterizan a la humanidad nos hagan actuar a tiempo y nos guíen por un futuro desafiante e incierto...." (FAGAN B. "El Gran Calentamiento", p.23)

Fagan (2008) advierte que aún aumentos leves en las temperaturas medias pueden ocasionar consecuencias significativamente nefastas en la vida de los seres humanos. Si bien no hace referencia directa a la

educación, puede inducirse razonablemente que las consecuencias adversas del aumento de la temperatura afectarán indirectamente a la escolaridad al afectar la vida de los seres humanos.

En un trabajo reciente de *Dell, Jones y Olken (2008)*⁸, los autores utilizan fluctuaciones históricas de la temperatura entre países para identificar sus efectos sobre el producto agregado. En principio, encuentran tres resultados:

- i) Temperaturas más altas reducen sustancialmente el crecimiento económico en países pobres.
- ii) Temperaturas más altas impactan más fuertemente sobre la tasa de crecimiento del PBI per cápita (efecto crecimiento) que sobre el nivel de producto (efecto nivel).
- iii) Temperaturas más altas no sólo tienen efectos adversos sobre la producción agrícola y la producción industrial, sino también sobre la estabilidad política.

Los autores continúan con los viejos debates sobre el rol de la temperatura sobre el desarrollo económico y abren nuevos debates sobre los posibles impactos del calentamiento global en el futuro. Construyen un panel de datos de temperatura y precipitaciones para un grupo de 125 países para el período 1950-2003 y combinan este conjunto de datos con datos correspondientes al producto agregado.

Dell, Jones y Olken (2008) hacen especial hincapié en la diferencia entre los términos *tiempo* (weather) y *clima* (climate). El término *tiempo* se refiere a una realización anual de la temperatura y de las precipitaciones, mientras que la palabra *clima* debe entenderse como la distribución de las temperaturas y las precipitaciones en el largo plazo.

⁸ Dell M., Jones B. y Olken B. (2008). *Temperature Shocks and Economic Growth. Evidence from the Last Half Century*

En su trabajo enfatizan fundamentalmente las variaciones en el tiempo, con algunas referencias a las series históricas de valores de temperatura en las que puede advertirse que, si bien la temperatura en el mundo ha ido en aumento en los últimos 50 años, dicha variación temporal no ha sido, hasta el momento, extremadamente significativa.

Utilizan una estructura de paneles con rezagos para analizar si la temperatura impacta sobre la tasa de crecimiento del país o solamente lo hace sobre los niveles de ingreso. Los autores estiman que, en países pobres, un aumento de un grado centígrado de la temperatura en un año se traduce en la reducción de alrededor del 1,3 % del producto del crecimiento económico en ese año. En los países ricos los aumentos en la temperatura no parecen tener efectos muy notorios sobre el crecimiento.

Proponen un modelo de dos ecuaciones, una de las cuales plantea el *efecto nivel* del clima sobre la producción y la otra el *efecto crecimiento*, a través del estudio de la tasa de crecimiento. En el Capítulo II se planteará detalladamente dicho modelo.

El interés del trabajo de *Dell, Jones y Olken (2008)*, está focalizado en series de corte transversal entre países, con la utilización de datos de panel. Una idea similar será desarrollada en esta tesis: se trata de enfatizar las diferencias de valores de temperatura entre regiones y provincias, más que de estudiar la variación temporal de la variable temperatura, puesto que el aumento de la misma, no ha sido aún lo suficientemente significativo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MODELOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

2.1.1. MODELOS TRADICIONALES DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

La teoría del crecimiento económico ha desarrollado modelos de crecimiento que fueron estudiados en forma exhaustiva y aplicados en diversos países del mundo, tales como el modelo de *Harrod (1939)* y *Domar (1946)*, modelo de *Kaldor (1956)* y modelo de *Solow y Swan (1956)*, que consideraron al producto como dependiente del capital físico y del progreso técnico.

Hacia fines de los '80 surgieron los modelos de crecimiento endógeno: *Rebelo (1990)*, *Lucas (1988)*, *Romer (1986, 1990)*, *Barro (1990)*, entre otros y modelos de crecimiento que incluyen al capital humano como variable relevante para explicar el crecimiento del producto, como el modelo de *Mankiw-Romer-Weil (Solow ampliado con capital humano, 1992)*

Arrow (1962) propone un modelo de crecimiento basado en el "aprendizaje por la práctica". Sostiene que el aprendizaje es producto de la experiencia puesto que sólo puede generarse a partir de la necesidad

de resolver un problema concreto. Postula la hipótesis de que el cambio tecnológico no sólo puede ser atribuido a la experiencia ya que las soluciones a los problemas de producción surgen del propio ejercicio de la actividad productiva.

Romer (1986) postula un modelo de externalidades en Investigación y Desarrollo, según el cual otras firmas se apropiarán de parte de los beneficios de la inversión que hizo una empresa. Se trata de un modelo de economías de escala externas a la firma por efecto de las externalidades de la inversión en investigación y desarrollo. El modelo de *Romer* (1990) también es un modelo de externalidades de Investigación y Desarrollo en el que se postula un función de producción que depende del trabajo calificado (capital humano), el trabajo no calificado y el capital físico. El crecimiento del producto se explica por el mejoramiento de los diseños de los bienes de capital, que proviene del sector de Investigación y Desarrollo, que a su vez depende del trabajo calificado.

El modelo de *Solow* (1956) constituyó uno de los paradigmas de la literatura económica de posguerra. Se caracteriza por una función de ahorro *keynesiana* y una tecnología neoclásica, que supone rendimientos constantes a escala, y rendimientos decrecientes de cada uno de los factores. Las tasas de ahorro, crecimiento de la población, y progreso técnico se consideran exógenas y se supone que los insumos *capital* y *trabajo* son retribuidos según su productividad marginal. Si la función de producción es del tipo *Cobb - Douglas*, la producción en el momento t está dada por la expresión [II-1]:

$$Y(t) = K(t)^\alpha [A(t).L(t)]^{1-\alpha} \quad \text{[II-1]}$$

donde $Y(t)$ es el producto, $K(t)$ es el capital, $L(t)$ es el trabajo, $A(t)$ es el nivel de tecnología y se cumple que $0 < \alpha < 1$. Se supone que $L(t)$ y $A(t)$ crecen exógenamente a tasas n y g , según las ecuaciones [II-2] y [II-3] respectivamente:

$$L(t) = L(0).e^{n.t} \quad \text{[II-2]}$$

$$A(t) = A(0).e^{g.t} \quad \text{[II-3]}$$

Por lo tanto, el número de unidades de trabajo efectivo $A(t)L(t)$ crece a la tasa $(n+g)$. El modelo supone que una fracción constante del producto s , es invertida.

En 1992, *Mankiw, Romer y Weil* propusieron una extensión del modelo de Solow a fin de considerar el capital humano como un factor adicional de producción. Plantean una función de producción con retornos constantes de escala, pero con tres factores: capital físico $K(t)$, trabajo $L(t)$ y capital humano $H(t)$. Por lo tanto el producto $Y(t)$ puede ser expresado en el momento t de acuerdo con la ecuación [II-4]

$$Y(t) = K(t)^\alpha . H(t)^\beta . [A(t).L(t)]^{1-\alpha-\beta} \quad \text{[II-4]}$$

donde $A(t)$ es el nivel de tecnología y se cumple que $0 < \alpha + \beta < 1$.

La evolución de la economía está determinada por las ecuaciones [II-5] y [II-6]:

$$k^0(t) = s_k \cdot y(t) - (n + g + \delta) \cdot k(t) \quad [\text{II-5}]$$

$$h^0(t) = s_h \cdot y(t) - (n + g + \delta) \cdot k(t) \quad [\text{II-6}]$$

donde $y(t) = Y(t)/A(t) \cdot L(t)$, $k(t) = K(t)/A(t) \cdot L(t)$ y $h(t) = H(t)/A(t) \cdot L(t)$ son cantidades por unidades de trabajo efectivo, s_k es la fracción del ingreso invertida en capital físico, s_h es la fracción del ingreso invertida en capital humano, el número de unidades efectivas de trabajo $A(t)L(t)$ crecen a la tasa $(n + g)$ y δ es la tasa de depreciación.

Reemplazando en la función de producción los stocks de capital físico y humano respectivamente, y tomando logaritmos, se obtiene la expresión del ingreso per cápita, como muestra la ecuación [II-7]:

$$\begin{aligned} \ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] &= \ln A(0) + gt - \frac{(\alpha + \beta)}{(1 - \alpha - \beta)} \ln(n + g + \delta) + \\ &+ \frac{\alpha}{(1 - \alpha - \beta)} \ln s_k + \frac{\beta}{(1 - \alpha - \beta)} \ln s_h \end{aligned} \quad [\text{II-7}]$$

En este modelo un aumento en el valor del factor s_h afecta el nivel del PIB per cápita pero no su crecimiento de largo plazo.

En cuanto a los modelos de crecimiento endógeno, se destaca el Modelo de Lucas (1988), quien interpretó que un individuo dedica muchos años de su vida a la escuela, con el fin de obtener conocimientos que le permitan mejorar su capacidad productiva. La decisión de invertir en la educación se basa en una comparación entre los costos de la

enseñanza (Ingresos sacrificados, gastos de escolaridad, etc.) y las ventajas futuras de una escolaridad más avanzada.

Lucas (1988) considera una economía compuesta por individuos que están permanentemente decidiendo de qué modo emplear su tiempo: producir en el presente o adquirir conocimientos (escolaridad), a fin de que dicha adquisición de conocimientos en el presente permita aumentar su productividad en el futuro, por lo que resultará afectada la productividad total de la economía.

Supone la existencia de N trabajadores con niveles individuales de conocimientos (capital humano por trabajador) h que puede tomar valores en un continuo de cero a infinito. Si se considera que existen $N(h)$ trabajadores con nivel de conocimientos h , entonces la fuerza laboral total de la economía puede describirse como la sumatoria de todos los trabajadores. Por tratarse de un espacio continuo, se utiliza la integral en lugar de la suma y se obtiene la ecuación [II-8]:

$$N^e = \int_0^{\infty} N(h)dh \quad \text{[II-8]}$$

Supóngase que un trabajador con nivel de conocimientos h destina una fracción de su tiempo $u(h)$ a la producción actual y por lo tanto, el resto de su tiempo $1-u(h)$ a la acumulación de capital humano.

La fuerza laboral efectiva total viene dada por la ecuación [II-9]:

$$N^e = \int_0^{\infty} u(h)N(h)h dh \quad \text{[II-9]}$$

La ecuación [II-9] puede interpretarse como la suma de los trabajadores ponderados por su nivel de conocimientos y por el tiempo que cada uno de dedica al trabajo en el presente.

Además del *efecto interno* del capital humano de cada trabajador sobre su propia productividad, Lucas considera un *efecto externo*, generado por el derrame del nivel medio de conocimientos sobre el conjunto de la sociedad, reflejando de este modo el hecho de que los individuos son más productivos si trabajan rodeados de personas más productivas. Utiliza la ecuación [II-10] para definir nivel medio de conocimientos o de capital humano por trabajador:

$$h_a = \frac{\int_0^{\infty} hN(h)dh}{\int_0^{\infty} N(h)dh} \quad \text{[II-10]}$$

Lucas llama a [II-10] *efecto externo* porque considera que ninguna decisión individual de acumulación de capital humano se tomaría teniendo en cuenta dicho factor, es decir, nadie lo tendría en cuenta a la hora de decidir cómo asignar su tiempo entre trabajar hoy o estudiar para mejorar su productividad en el futuro. Para simplificar el análisis considera que el capital humano por trabajador h es el mismo para todos los individuos y eligen la misma fracción de tiempo u para dedicar al trabajo, por lo tanto el nivel promedio de conocimientos h_a coincidirá con h y la fuerza efectiva total de trabajo estará dada por la ecuación [II-11]:

$$N^e = u \cdot h \cdot N \quad \text{[II-11]}$$

No obstante, en la ecuación [II-12], que indica el producto total, se sigue utilizando la notación h_a para enfatizar la diferencia entre los *efectos internos* y los *efectos externos*.

$$Y = N(t)c(t) + \dot{K}(t) = AK(t)[u(t)h(t)N(t)]^{1-\beta} h_a^\gamma \quad \text{[II-12]}$$

Los individuos dedican la fracción $1-u(t)$ a la acumulación de capital humano, por lo tanto se tiene lo indicado en la ecuación [II-13]:

$$\dot{h}(t) = \delta h(t)[1 - u(t)] \quad \text{[II-13]}$$

con $\delta > 0$ donde $\delta = \frac{\dot{h}(t)}{h(t)}$ representa la tasa máxima de crecimiento de $h(t)$.

La ecuación [II-13] expresa el modo en que el tiempo que se dedica actualmente a la adquisición de conocimientos $(1-u)$ afecta a la acumulación de capital humano.

En este modelo δ representa la productividad marginal (y media) del factor capital humano en la producción de capital humano.

La función de utilidad intertemporal está dada por la ecuación [II-14]

$$U(t) = \int_{t=s}^{\infty} \frac{c(s)^{1-\sigma}}{1-\sigma} \dots e^{-\rho t} dt \quad \text{[II-14]}$$

donde $t=s$ indica el momento de la decisión, σ representa la inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal del consumo, ρ la tasa de preferencia temporal y c es el consumo per cápita.

El problema consiste en hallar el valor óptimo de u , que se indicará como u^* , que maximiza [II-14]. Como resultado se obtiene que la fracción óptima del tiempo destinado a la educación estará dada por la ecuación [II-15]

$$1 - u^* = \frac{1 - \beta}{\sigma(1 - \beta + \gamma) - \gamma} \frac{\delta - \rho}{\delta} \quad \text{[II-15]}$$

que depende negativamente de la tasa de preferencia temporal ρ y del coeficiente de aversión al riesgo σ y positivamente del producto marginal del capital humano en la producción de capital humano δ .

Si bien en el Modelo de Lucas los agentes tienen horizonte infinito y no se considera la depreciación del capital humano la conclusión a la que se arriba en el párrafo anterior puede sustentarse en el trabajo de Barro (1996), que introduce en su modelo un factor de depreciación del capital humano. Dicho factor depende de la esperanza de vida al nacer. Si aumenta el capital humano en forma de salud y se mide a esta última mediante la esperanza de vida al nacer, los individuos tendrán mayores incentivos para educarse debido al aumento de la tasa de retorno (NETA DE DEPRECIACIÓN) de la inversión en educación.

En el año 1970 los economistas comenzaron a introducir variables tales como energía, recursos naturales y polución ambiental en la teoría neoclásica del crecimiento. Hacia 1990 comienzan a introducirse las mismas consideraciones en la teoría del crecimiento endógeno, a las que se agrega el cambio climático global como factor que ha de tenerse en cuenta a la hora de profundizar el estudio sobre el crecimiento sustentable, que ha sido definido por la *Brundtland Commission*⁹ como *“el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones*

⁹ World Commission on Environment and Development (1987)

presentes sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades”.

Si bien la teoría del crecimiento endógeno es joven aún en relación con el estado de desarrollo alcanzado por la teoría del crecimiento exógeno, el objetivo central de la teoría del crecimiento endógeno consiste en desarrollar modelos que expliquen si el mismo puede ser sostenido a lo largo del tiempo.

Aghion y Howitt (1999) se proponen clarificar algunos puntos derivados del desarrollo sustentable vinculándolos con la teoría del crecimiento endógeno. Para ello proponen modelos en los que se incluyen energía, recursos naturales y polución ambiental en la teoría del crecimiento.

La mayoría de esos modelos postulan la maximización de una función de utilidad de la forma indicada en la ecuación [II-16]

$$W = \int_{t=s}^{\infty} e^{-\rho \cdot t} \cdot u(c(t)) \cdot dt \quad \text{[II-16]}$$

donde $c(t)$ es la trayectoria temporal del consumo per cápita,

$u(c(t)) = \frac{c(t)^{1-\varepsilon} - 1}{1-\varepsilon}$ la función de utilidad instantánea con $\varepsilon > 0$ y donde ρ es una tasa positiva de preferencia temporal.

Aghion y Howitt exhiben modelos en los cuales, a la función de utilidad señalada en la ecuación [16] puede agregársele una variable independiente E que represente alguna condición ambiental, por ejemplo: polución, recursos naturales no renovables, energía. El sendero óptimo de crecimiento maximiza la función expresada en la ecuación [II-

17] sujeta a los valores iniciales del capital físico y humano, calidad medioambiental y recursos naturales.

$$W = \int_0^{\infty} e^{-\rho \cdot t} \cdot u(c, E) \cdot dt \quad [\text{II-17}]$$

El sendero óptimo de crecimiento que obtienen como solución al problema de optimización planteado intenta buscar un equilibrio permanente entre el bienestar de las generaciones presentes y el bienestar de las generaciones futuras, en relación con los costos y beneficios asociados a mantener la calidad del medioambiente, reducir la polución y evitar el agotamiento de los recursos naturales. Preguntarse si el crecimiento es o no sustentable es equivalente a preguntarse si existe o no un sendereo de crecimiento óptimo a lo largo del cual el producto pueda crecer sin límites, sujeto a las restricciones formuladas.¹⁰

Se plantea un problema de optimización dinámica en el que las variables de control serán el consumo, la investigación, la intensidad de la polución y la extracción de los recursos naturales no renovables.

2.1.2. MODELOS FORMULADOS PARA VALORAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

Los modelos disponibles hasta el momento han sido denominados *Modelos Integrados de Evaluación MIE* (Integrated Assessment Models). Permiten valorar los impactos del clima en el contexto del cambio climático y miden esencialmente el costo monetario del cambio climático.

¹⁰ Para más detalles ver Aghion y Howitt (1999). Cap. 5 . *Endogenous Growth Theory*.

Dada la complejidad del cambio climático, los responsables de políticas requieren una síntesis coherente de todos los aspectos involucrados, que sólo puede ser ofrecida por una valoración integrada. Los modelos MIE consideran que la valoración integrada es un proceso interdisciplinario de combinación, interpretación y comunicación de conocimientos de diversas disciplinas científicas que permite de manera relativamente sencilla, evaluar el conjunto completo de interacciones causa-efecto relacionados con un problema. Constituyen una herramienta para la *estimación de costos y riesgos cuantitativos globales del cambio climático* (Stern, 2007)

La mayoría de estos modelos captan los *efectos mercantiles* del cambio climático sobre la agricultura, el consumo de energía y el aprovechamiento forestal. En general, no logran captar los efectos que se han designado como *no mercantiles*, sobre el medio ambiente y la salud humana. En cuanto a los efectos sobre la educación, prácticamente no han sido contemplados.

Los modelos que se describen a en la Tabla II-1 son modelos integrados de evaluación mencionados por la bibliografía en los últimos años: *Modelo de Hope* (2003) *PAGE 2002* (Policy Analysis of the Greenhouse Effect), los *Modelos de Nordhaus y Boyer* (2007) *DICE* (Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy), *Modelo de Tol* (2002) *FUND* (Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution) y *Modelo de Mendelsohn* (1998). Con excepción del modelo *PAGE 2002*, cuyo enfoque es probabilístico, el resto de los MEI son determinísticos (Warren y otros, 2006a).

Tabla II-1: Sectores de aplicación de los modelos MEI

MODELO	SECTORES
<i>PAGE 2002</i>	<i>Agrícola, energía, zonas costeras, medio ambiente, mortalidad humana</i>
<i>FUND</i>	<i>Agrícola, forestal, agua, energía, zonas costeras, ecosistemas, salud humana</i>
<i>MENDELSON</i>	<i>Agrícola, bosques, energía, agua, zonas costeras</i>
<i>DICE 2007</i>	<i>Agrícola, forestal, agua, energía, construcción, mortalidad por enfermedades relacionadas con el clima y la contaminación</i>

Fuente: Elaboración propia en base a Informe Stern

2.1.2.1. MODELO DE HOPE PAGE 2002

Considera ocho regiones geográficas: Europa, Estados Unidos, otras naciones OECD, África y Medio Oriente, China y Asia Central, India y Sudeste Asiático, Latinoamérica, Ex Unión Soviética y Europa del Este.

El *Informe Stern* (2007) describe el Modelo PAGE 2002 para evaluar cómo podría afectar el cambio climático a la producción y al crecimiento en el futuro. Se trata de un modelo integrado de evaluación que puede resultar útil como instrumento para investigar acerca de los costos que podrían derivarse del cambio climático.

El Modelo PAGE 2002 produce mil proyecciones del PBI global, al que le resta el costo estimado de los daños debidos al cambio climático y de la adaptación al mismo para el período comprendido entre los años 2001 y 2200. Los estudios realizados acerca de los costos del cambio climático en los países desarrollados, especialmente ocasionados por el aumento de las temperaturas, podrán alcanzar varios puntos

porcentuales del PBI. Por ejemplo, un aumento de temperaturas medias de 3° C en Estados Unidos, provocaría un costo 1.3% sobre el PBI. ¹¹.

Pero el modelo está obligado a depender de datos y conocimientos que son escasos para países en vías de desarrollo y no ofrece respuestas supeditadas a factores sociales, tales como la salud, el medio ambiente, y menos aún, la educación. Los datos de entrada del modelo se conforman fundamentalmente por tasas de crecimiento y parámetros con incertidumbre, generalmente específicos para cada contaminante (Incluye CO₂, CH₄ y SF₆) y cada región de análisis.

Es un modelo altamente agregado al que se le critica su carácter simplificado, de modo que los resultados que de él se deriven sólo pueden ser considerados a título ilustrativo.

2.1.2.2. *MODELO DE TOL (2002) FUND (CLIMATE FRAMEWORK FOR UNCERTAINTY)*

El modelo evalúa impactos tangibles (en sectores de mercado): agricultura, silvicultura, energía usada para refrigeración y calefacción, recursos hídricos, protección de las costas, tierras secas inundadas, arribo de inmigrantes.; e intangibles (en sectores de no-mercado): mortalidad y morbilidad (salud), especies, terrenos pantanosos perdidos, migración por inundaciones. Los costos son ponderados usando diferentes esquemas de agregación. El tratamiento de la incertidumbre se realiza aplicando el método de *Monte Carlo* (Tol, 2003). Considera las regiones geográficas: OCDE-América, excepto México, OCDE Europa, OCDE-Pacífico (excepto Corea del Sur), Europa del Este y la antigua

¹¹ Ver Stern Nicholas (2007) Cap. 4

Unión Soviética, Medio Oriente, América Latina, Sur y Sudeste Asiático y África.

Estima que los efectos globales se tornan negativos a partir de los 2-2,5° C de incremento térmico, pudiendo llegarse a pérdidas de entre 0.5 y el 2% del PBI global para aumentos superiores de la temperatura mundial media (*Stern, 2007*).

2.1.2.3. MODELO DE MENDELSON (1998)

El modelo estima los efectos para cinco sectores de mercado: agricultura, bosques, energía, agua y zonas costeras. Sus resultados arrojan un impacto global muy reducido del cambio climático para niveles de aumento de temperaturas medias de hasta 4° C. No toma en cuenta el efecto sobre sectores no mercantiles.

Es el modelo que proporciona las estimaciones más bajas del costo del cambio climático, en parte porque no considera los efectos de la adaptación de un tipo de clima a otro y porque omite los efectos no mercantiles y los riesgos de catástrofes.

2.1.2.4. MODELOS DE NORDHAUS Y BOYER (2007) DICE (DYNAMIC INTEGRATED MODEL OF CLIMATE AND THE ECONOMY)

Abarca los efectos sobre una serie de sectores tanto mercantiles como no mercantiles. Evalúa impactos tangibles en sectores de mercado: agricultura, consumo de energía y agua, construcción, pesca; e intangibles en sectores no mercantiles: recreación al aire libre, zonas costeras, mortalidad por enfermedades relacionadas con el clima y la

polución, y ecosistemas. Incluye también las evaluaciones de los impactos de eventos climáticos extremos.

Predice que el costo del cambio climático aumentará con una razón de cambio mayor que la temperatura media global, de modo que las pérdidas agregadas en el PIB global serán casi el doble cuando los aumentos de temperatura asciendan de 4° C a 6° C por encima de los niveles preindustriales (Stern, 2007). Tiene en cuenta la posibilidad de efectos sorpresa o cambios sistémicos catastróficos.

De acuerdo con Nordhaus (2008) el Modelo DICE 2007 vincula factores que afectan el crecimiento económico, a saber: emisiones de dióxido de carbono, el ciclo del carbono, el cambio climático, los daños climáticos y las políticas referidas al cambio climático. Las ecuaciones del modelo están tomadas de distintas disciplinas: economía, ecología, ciencias de la tierra.

El modelo plantea la maximización de una función de bienestar social que es creciente con respecto al consumo per cápita de cada generación dada por la ecuación [II-18]. El sendero de consumo óptimo va a estar sujeto a condiciones económicas y geofísicas.

$$W = \sum_{t=1}^{T_{\text{máx}}} u[c(t), L(t)]R(t) \quad \text{[II-18]}$$

donde $u[c(t), L(t)] = L(t) \left[\frac{c(t)^{1-\alpha}}{1-\alpha} \right]$, $R(t) = (1+\rho)^{-t}$, α es la elasticidad de la utilidad marginal del consumo y ρ es la tasa anual de preferencia temporal.

El modelo presenta una visión de la economía del cambio climático desde la perspectiva de la teoría neoclásica del crecimiento económico. A

las variables utilizadas habitualmente en los modelos de crecimiento agrega la variable que ha denominado "*capital natural*" del sistema climático como una clase adicional de stock de capital. Por ejemplo, considera la concentración de gases efecto invernadero como capital natural negativo y la reducción de emisiones como capital natural positivo. Uno de los resultados más importantes del modelo DICE consiste en estimar el "precio óptimo del carbono", o más precisamente, valor óptimo del impuesto a las emisiones de carbono¹². No es el objetivo de esta tesis.

Si bien el modelo de *Nordhaus* (2008) es la expresión más reciente de un modelo de crecimiento que utiliza la variable *temperatura*, en la tesis no se seguirá ese camino dado que se trata de un modelo neoclásico de crecimiento que pone el énfasis en las emisiones de gases de efecto invernadero. Se aspira a realizar una adaptación de los modelos tradicionales mediante la inclusión de una variable climática, como se expone más adelante, efectuándose una explicación detallada de los modelos que se propone utilizar.

2.2. CRÍTICAS A LOS MODELOS INTEGRADOS DE EVALUACIÓN

La mayor parte de estos modelos predice que el impacto del aumento de las temperaturas medias será negativo pero no existe consenso sobre el efecto de niveles moderados de calentamiento, en el

¹² Para más detalles ver Nordhaus W. (2008). *A Question of Balance. Weighing the Options on Global Warming Policies*. Yale University Press. New Haven & London.

sentido de si estos serán positivos o negativos. No obstante, concuerdan en que cualquier beneficio será temporal y favorecerá a los países ricos. *Tol* (2002) estima que el costo para África será de aproximadamente del 4% del PBI en tanto *Nordhaus y Boyer* (2000) estiman que será cercano al 3,9 %. En particular, este último incluye la posibilidad de cambios sistémicos catastróficos, que no serán considerados en la tesis porque hasta el momento no se han producido cambios significativos en este sentido en las regiones geográficas elegidas para ser estudiadas en este trabajo.

Los modelos MIE también suponen, al igual que *Fagan* (2008), que la adaptación de los seres humanos al cambio climático será posible, y en general, asumen que tanto las familias como las empresas se adaptarán sin necesidad de contar con estímulos adicionales, ya sea políticos, financieros o legales (*Stern*, 2007).

Por otra parte, los modelos anteriores se basan en pruebas y datos científicos disponibles hasta mediados de la década del 90. Las temperaturas se han incrementado con mayor velocidad en los últimos veinte años. También ha aumentado la frecuencia de cambios bruscos y eventos extremos.

Las estimaciones efectuadas acerca del costo monetario del cambio climático omiten efectos potencialmente muy importantes, especialmente los no mercantiles, que de no ser ignorados, seguramente elevarían los costos estimados.

Stern (2007) sugiere que la mayoría de los modelos omite las respuestas supeditadas a factores sociales, de modo que el cambio climático provocado por el aumento de las temperaturas medias no sólo provoque costos inmediatos sino que tenga efectos sociales que se pondrán de manifiesto en el futuro.

Es importante enfatizar que uno de los aspectos sociales más importantes a tener en cuenta es la *educación*. La incidencia de las temperaturas en la educación provocará *externalidades* - nos proponemos probar la hipótesis de que serán esencialmente negativas - que se manifestarán en el largo plazo.

Además, estudios más recientes (*Warren y otros, 2006*) sugieren que los modelos MIE estiman en forma excesivamente optimista los costos provocados por los efectos del cambio climático, ocasionado por el aumento de las temperaturas a causa de las emisiones de gases efecto invernadero.

En general, los modelos MIE están obligados a depender de datos y conocimientos escasos o inexistentes para regiones en vías de desarrollo con temperaturas elevadas, razón por la que no serán utilizados en esta tesis.

De acuerdo con la revisión de las funciones de impacto del incremento de la temperatura realizada por *Warren y otros (2006^a)*, estas funciones, para la mayoría de los MIE, se calibraron con base en estudios realizados para Estados Unidos y después se escalaron para las restantes regiones del mundo. Ello determina que las estimaciones de impacto para regiones distintas sean cuestionables. Los efectos en los sectores mercantiles y no mercantiles en el DICE han sido medidos utilizando un estudio de impacto sólo para Estados Unidos que se aplica para inferir los impactos en otras regiones. El PAGE 2002 está calibrado usando las estimaciones contenidas en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC que a su vez se deriva de extrapolaciones de los estudios para Estados Unidos. El FUND es el único que cuenta con calibraciones para sectores y regiones específicos.

Los modelos MIE disponibles han sido diseñados desde la perspectiva de los países desarrollados cuyos intereses y preocupaciones sobre el cambio climático no coinciden necesariamente con los de los países en vías de desarrollo. Por otra parte, requieren para su aplicación de una muy ambiciosa disponibilidad de datos que están fuera del alcance de este trabajo.

Es importante aclarar que en esta tesis no se tratará el cambio climático en general, sino que se tomará específicamente los efectos de la variable temperatura, en tanto el aumento de la misma es la causa más importante de todas las consecuencias que de ello devienen. Además se pretende estudiar los efectos de la temperatura sobre la educación y sobre la salud, como variables motoras del crecimiento a largo plazo. Resultan relevantes los estudios de corte transversal entre regiones y la utilización de datos de panel, que consideran simultáneamente ambas dimensiones, espacial y temporal. Dado que los cambios de temperatura a lo largo del tiempo no han sido extremos, no se consideraron relevantes estudios que consideren sólo la dimensión temporal para cada unidad de análisis espacial.

2.3. MODELO DE DELL, JONES Y OLKEN (2008)

2.3.1. INTRODUCCIÓN

Melissa Dell, Benjamin Jones y Benjamin Olken (2008) en su reciente trabajo *"Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century"* analizan los efectos de la temperatura sobre el producto agregado en un estudio de corte transversal entre países,

durante los últimos 50 años. Como ya se ha señalado en el Capítulo I, encuentran tres resultados primarios que merecen ser destacados:

1.- Las temperaturas más altas reducen sustancialmente el crecimiento económico en países pobres.

2.- Las temperaturas elevadas impactan fuertemente sobre las tasas de crecimiento mientras que sus efectos son leves o nulos sobre los niveles de ingreso.

3.- Las temperaturas más altas tienen efectos negativos sobre la producción agrícola y la producción industrial, pero también inciden desfavorablemente sobre la estabilidad política, resultado que coincide con lo que ya postulara la *Teoría de los Climas* de Montesquieu (1750) en su obra *The Spirit of Law*.

El estudio se efectúa con series de datos correspondientes a realizaciones anuales de las variables temperatura y precipitaciones, para una muestra de 125 países y un lapso de 50 años. Los resultados más relevantes se obtienen para la variable temperatura.

Los autores enfatizan la diferencia entre *weather* y *climate*, cuya traducción al idioma español emplea los términos tiempo y clima, respectivamente, y aclaran que su trabajo se refiere específicamente a la variación del tiempo, es decir que se toman como datos las realizaciones anuales de las variables climáticas para los países de la muestra seleccionada. Se trata de un trabajo con énfasis en el análisis de corte transversal y, en forma secundaria, se consideran las variaciones a lo largo del tiempo. Un enfoque similar se adoptará para los estudios empíricos que se desarrollen en esta tesis.

2.3.2. PRESENTACIÓN DE MODELO DE DELL, JONES Y OLKEN

Se plantean las ecuaciones de una economía simple, que se muestran en [II-19] y [II-20]:

$$Y_{it} = e^{\beta T_{it}} \cdot A_{it} \cdot L_{it} \quad [\text{II-19}]$$

$$\frac{\Delta A_{it}}{A_{it}} = g_i + \gamma \cdot T_{it} \quad [\text{II-20}]$$

donde el tiempo t está medido en años y las variables se definen como:

Y_{it} = producto agregado de la economía i en el momento t

L_{it} = población de la economía i en el momento t

A_{it} = productividad laboral de la economía i en el momento t

T_{it} = variable climática de la economía i en el momento t (realización promedio anual).

La ecuación [II-19] captura el *efecto nivel* de la variable climática sobre la producción (por ejemplo el efecto sobre la agricultura medido a través del rendimiento de los cultivos); la ecuación [II-20] captura el *efecto crecimiento* de la variable climática (por ejemplo el efecto de la temperatura sobre las instituciones que a su vez influyen sobre la tasa de crecimiento)

Tomado logaritmos en la función de producción y derivando respecto del tiempo se tiene la ecuación de crecimiento dinámica:

$$g_{it} = g_i + (\beta + \gamma) T_{it} - \beta T_{it-1} \quad [\text{II-21}]$$

que también puede expresarse como:

$$g_{it} = g_i + \beta (T_{it} - T_{it-1}) + \gamma T_{it} \quad [\text{II-22}]$$

donde g_{it} es la tasa de crecimiento del PBG per cápita. El coeficiente β expresa el *efecto nivel* de los cambios de temperatura sobre el producto, mientras que el coeficiente γ expresa el *efecto crecimiento*.

La ecuación de crecimiento [II-21] separa el efecto nivel del efecto crecimiento a través del análisis de los cambios de temperatura entre dos periodos consecutivos. Los autores postulan que el efecto nivel puede revertirse si la temperatura vuelve a sus valores originales, mientras que el efecto crecimiento sucede en el momento en el que se produce el cambio de temperatura y ya no se revierte. El efecto crecimiento se asume como la acumulación de los efectos de la temperatura través del tiempo.

El mismo modelo puede extenderse a aquellos casos en los que los efectos de la temperatura se manifiestan más lentamente. El modelo entonces, puede incluir un mayor número de rezagos de la variable climática. Para estimar dichos efectos, *Dell*, *Jones* y *Olken* proponen efectuar regresiones de panel de la forma:

$$g_{it} = \theta_i + \theta_{rt} + \sum_{j=0}^L \rho_j T_{it-j} + \xi_{it} \quad [\text{II-23}]$$

donde θ_i representa efectos fijos por país, θ_{rt} representan efectos fijos por período y T_{it} es el vector de las temperaturas medias

anuales con rezagos hasta el orden L (también puede incluirse a la precipitación como otra variable climática)

Si se estima el modelo sin rezagos, se propone la hipótesis nula que se muestra en [II-24]:

$$H_0(L = 0): \rho_0 = 0 \quad \text{[II-24]}$$

que, en caso de ser rechazada, significaría que la temperatura no tiene efectos significativos sobre el nivel ni sobre la tasa de crecimiento.

Si se consideran rezagos hasta el orden L, pueden separarse los efectos inmediatos de la temperatura de los efectos acumulados, mediante las hipótesis que se muestran en [II-25] y [II-26]:

$$H^1_0(L > 0): \rho_0 = 0 \quad \text{[II-25]}$$

$$H^2_0(L > 0): \sum_{j=0}^L \rho_j = 0 \quad \text{[II-26]}$$

La suma de los coeficientes de rezago corresponde al parámetro γ que representa el efecto crecimiento.

Los autores testearon el modelo, en primer lugar sin rezagos y luego con rezagos de hasta el orden 10. Comprueban los resultados esperados cuando utilizan la variable climática temperatura pero al agregar a las precipitaciones como variable de control adicional verifican que no cambian sustancialmente los resultados obtenidos previamente con la temperatura.

2.4. METODOLOGIA PARA LOS ESTUDIOS EMPIRICOS

A los efectos de validar la hipótesis y cumplir con los objetivos propuestos en el Capítulo I, con las limitaciones impuestas por los datos disponibles, se propone la utilización de tres modelos:

a) MODELOS CON CAPITAL HUMANO

a.1) Modelo de *Solow* Ampliado con Capital Humano (1992)

a.2) Regresiones a la *Barro y Sala i Martin* (1995)

b) Modelo de *Dell, Jones y Olken* (2008)

Este modelo postula la incidencia directa de la variable temperatura sobre el crecimiento económico, tanto en niveles de producto como en tasas de crecimiento

De acuerdo con la expresión matemática del modelo y la hipótesis nula que se plantea, se entiende que hay "*efecto crecimiento*" si la temperatura tiene efecto sostenido en el tiempo. Desde el punto de vista de los resultados empíricos se trata de observar el valor de la suma de los coeficientes de la temperatura y sus rezagos en la ecuación II-23. Para detectar el "*efecto nivel*" se observan los valores de los coeficientes de rezago individuales. Se asume que los efectos nivel se revierten cuando se revierte el cambio de temperatura (en caso de que esta situación fuera probable desde el punto de vista del fenómeno climático). Así, para que los efectos de la variable climática puedan considerarse efectos nivel, los mismos deberán compensarse, de modo que el valor de

la suma acumulada de los coeficientes de rezago resultara próximo a cero.

El estudio realizado en el ítem IV- 4.4.3.3.- contempla el modelo con uno, dos y tres rezagos de la variable temperatura para las provincias, para las regiones y para cada región por separado.

En los modelos propuestos en el ítem a), que en sus versiones originales no incluyen variables climáticas, la variable *capital humano* es utilizada como variable explicativa de la variación del PBI per cápita. En este trabajo se efectuará una adaptación de estos modelos mediante la inclusión de la *variable temperatura (T) como variable explicativa*, y se tomarán variables representativas de capital humano, ya sea en forma de educación (años de escolaridad) o en forma de salud (esperanza de vida al nacer)

2.4.1. MODELO DE SOLOW AMPLIADO CON CAPITAL HUMANO (1992)

Mankiw, Romer y Weil (1992) propusieron una extensión del modelo de *Solow* a fin de considerar el capital humano como un factor adicional de producción. Plantean una función de producción con retornos constantes de escala, pero con tres factores: capital físico K , trabajo L y capital humano H . Por lo tanto el producto (Y) puede ser expresado en el momento t como en la ecuación [II-27]:

$$Y(t) = K(t)^\alpha \cdot H(t)^\alpha \cdot [A(t) \cdot L(t)]^{1-\alpha-\beta} \quad \text{[II-27]}$$

donde $A(t)$ es el nivel de tecnología y $0 < \alpha + \beta < 1$.

Esta ecuación señala que el producto depende de la población y la tecnología, y de la acumulación de capital físico y humano. La determinación de cuál de las dos versiones de *Solow* (standard o ampliado) es la adecuada es un problema empírico. La evidencia empírica obtenida hasta el momento muestra que si no se considera el capital humano explícitamente en la estimación, éste pasa a formar parte del error.

En la tesis se postula que la variable temperatura T incide sobre el capital humano, es decir que T afecta a H del modo expresado por la ecuación [II-28]

$$Y(t) = K(t)^\alpha \cdot H(t, T)^\beta \cdot [A(t) \cdot L(t)]^{1-\alpha-\beta} \quad [\text{II-28}]$$

Se proponen dos métodos de estimación: mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y método de momentos generalizados (MMG).

La tesis aborda el estudio de la incidencia de la variable temperatura sobre el capital humano, medido a través de los años promedio de escolaridad de los individuos. No obstante, como es sabido que el capital humano no depende sólo de la variable temperatura, se considerarán además otras variables explicativas.

Loh (1996) estudia el efecto de cambios en la estructura familiar sobre la educación alcanzada por los individuos y su status de pobreza para el caso de los Estados Unidos. El estudio empírico se basa en regresiones del máximo nivel educativo alcanzado en variables indicadoras de la presencia de los distintos cambios en la estructura familiar.

Garasky (1997) estudia si los efectos de los cambios en la estructura familiar varían según éstos ocurran temprano o tarde en la vida del

individuo. *Tansel* (1997) estudia la relevancia del ingreso familiar y la incidencia de la educación de los padres en la determinación de la educación de los hijos.

De acuerdo con *Rosales* (2006) muchos de los estudios que analizan los determinantes de la educación, parten de un modelo convencional de capital humano, donde la educación es vista como una inversión que depende de los costos y beneficios asociados con la matriculación.

Gertler y Glewwe (1990) analizan, a través de un modelo de costo - efectividad que utiliza variables tales como ingresos y costos asociados, la voluntad de los padres de pagar por educación en zonas rurales del Perú. Si bien en los países en desarrollo el gobierno es el principal proveedor de educación, los resultados obtenidos mostraron que incluso aquellos ubicados en el cuartil más pobre del sector de distribución del ingreso del Perú estaban dispuestos a pagar altas tarifas para cubrir costos de operación de la apertura de nuevas escuelas secundarias.

Por otra parte, *Gertler y Glewwe* (1992) también analizaron la opción de asistir a la escuela contra la opción de no hacerlo. Entre los resultados más destacables encontraron que los padres en las zonas rurales de Perú asignaban mayor valor a la asistencia a la escuela de los niños que la de las niñas y que la demanda por educación aumentaba con el nivel de gasto del hogar.

Para Argentina, el análisis de los determinantes de la educación ha sido abordado por varios autores. En un estudio aplicado a la Región Metropolitana de Buenos Aires, *Corbacho* (2001) estima los efectos de las características familiares sobre la educación y concluye que la educación de los padres y el ingreso familiar per cápita son las variables de mayor incidencia.

Sosa y Marchionni (1999) examinan el rol de la estructura del hogar y del género en la decisión de enviar a los hijos a la escuela secundaria. Utilizan como variables explicativas de la decisión de escolaridad a la edad del individuo, el sexo, el ingreso familiar, la máxima educación (en años) alcanzada por el padre, la máxima educación (en años) alcanzada por la madre, la cantidad de hermanos solteros que habita el hogar y otras variables vinculadas con la estructura familiar. Obtienen como resultado que la educación de los padres y el género son las variables más relevantes.

Bertranou (2001) investiga sobre la base de encuestas de desarrollo social para el año 1997, los factores que determinan la educación adquirida por una persona como un proceso secuencial de decisiones, cuyas categorías son: primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa y terciaria. Los resultados indican que las características socioeconómicas determinan significativamente la educación de una persona y tienen importantes efectos sobre las probabilidades de satisfacer los distintos niveles educativos.

Obtiene que la edad tiene un efecto significativo positivo sobre la probabilidad de completar el nivel primario y negativo en la decisión de asistir al nivel secundario. Las variables sexo e ingreso total de la familia son significativas y positivas en los modelos estimados, aunque el ingreso va perdiendo un poco de significatividad en los niveles secundario completo y terciario. La educación del padre y de la madre resulta muy relevante en la determinación de la educación de sus hijos. Con respecto a las diferencias por provincias, su influencia es importante sobre los niveles primario y secundario pero no se presenta como relevante para niveles superiores.

Parece razonable entonces, a los efectos de explicar el comportamiento del capital humano en forma de *educación* y en forma de *salud*, utilizar las variables *educación de los padres e Ingreso per cápita familiar*, además de la variable temperatura. Los datos para el análisis empírico pueden obtenerse de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) que es relevada y procesada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) trimestralmente a partir del año 2003.¹³ Abarca veinticinco centros urbanos, que representan aproximadamente el 70% de la población urbana del país y el 98% de la población que vive en ciudades con más de 100.000 habitantes. El análisis empírico que se realizará tendrá el alcance de la disponibilidad de los datos ofrecidos por la EPH y datos provenientes de los Censo Nacionales de Población y Vivienda.

2.4.2. REGRESIONES A LA BARRO y SALA I MARTIN

Las contrastaciones empíricas realizadas por *Barro* (1991) , con datos de casi cien países correspondientes al período 1960-85, miden el desarrollo económico con la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno por habitante. Este tipo de estimaciones que buscan los “determinantes del crecimiento” recurre a la regresión múltiple y se pueden expresar de manera general como en la ecuación [II-29] (ver *Barro y Sala i Martin*, 1995)

$$D_{y_t} = F(y_{t-1}, h_{t-1}, \dots) \quad [\text{II-29}]$$

donde D_{y_t} simboliza la variable dependiente “tasa de crecimiento del ingreso per cápita en el período t ”, y_{t-1} es el PBI per cápita inicial, h_t

¹³ Para años anteriores a 2003 los relevamientos corresponden a los meses de mayo y octubre de cada año

$y_{i,t-1}$ es el capital humano inicial per cápita (basado en datos de logros educativos y de salud) y las variables omitidas, denotadas por..., comprenden un conjunto de otras variables explicativas que representan influencias ambientales e institucionales. Estas variables pueden incluir preferencias por ahorro y fecundidad, políticas gubernamentales, distorsiones de mercado, etc.

Por otra parte, para estudiar la existencia de convergencia condicional se recurre a una regresión múltiple en la que la tasa de crecimiento del PBG per cápita es la variable dependiente y se toman como variables explicativas al nivel inicial de producto y a las variables que, se cree, pueden determinar el estado estacionario.

Sala i Martin (2002) y *Barro y Sala i Martin* (2004) plantean la ecuación

$$\gamma_{it} = \alpha - \beta \cdot \log(y_{i,t-1}) + \Phi \cdot x_{i,t-1} + u_{it} \quad [\text{II-30}]$$

$$0 < \beta < 1$$

donde se designa como γ_{it} a la tasa de crecimiento de la economía entre el período t-1 y t, u_{it} es el término de perturbación estocástica y $X_{i,t-1}$ es un vector de variables explicativas. Se dice que hay convergencia condicional si el signo del coeficiente β es negativo. Se profundizará sobre el tema en los Capítulos IV y V.

Desde el punto de vista del análisis estadístico y econométrico, se estudiará la incidencia de la temperatura sobre el capital humano, como un problema en sí mismo, que, de forma indirecta, incidirá en la tasa de crecimiento del PBG per cápita. La variable $\hat{H}(i,T)$ se estimará efectuando una regresión que considera los siguientes regresores:

temperatura media anual, ingreso per cápita familiar y nivel de educación de los padres.

Se trabajará con una especificación de los modelos que acepte la forma de loglinearización. Este recurso permite, además de facilitar las tareas operativas, expresar matemáticamente en forma adecuada a la tasa de crecimiento. A los fines de realizar las estimaciones econométricas, las tasas de crecimiento interanuales serán calculadas utilizando la primera diferencia entre el logaritmo natural del periodo y el logaritmo natural del período anterior.

Conviene recordar que, a partir de las nociones de cálculo diferencial, se tiene que $d(\ln X) = 1/X$ o $d(\ln X) = dX/X$, es decir, para cambios infinitesimalmente pequeños, un cambio en $\ln X$ es igual al cambio relativo o proporcional en X . En la práctica, si el cambio en X es pequeño, puede aceptarse que un cambio en $\ln X$ es aproximadamente igual a un cambio relativo en X . Así, para pequeños cambios, resulta la ecuación [II-30]:

$$[\ln X_t - \ln X_{t-1}] \approx [X_t - X_{t-1}] / X_{t-1} \approx \text{cambio relativo en } X \quad [\text{II-30}]$$

Comúnmente se hace referencia a los términos *cambio absoluto*, *cambio relativo* o *proporcional* y *cambio porcentual*, o *tasa de crecimiento porcentual*. Así, $[X_t - X_{t-1}]$ representa un cambio absoluto,

$[X_t - X_{t-1}] / X_{t-1} = [X_t - X_{t-1}] - 1$ es un cambio relativo o proporcional y

$\frac{[X_t - X_{t-1}]}{X_{t-1}} * 100$ es un cambio porcentual o tasa de crecimiento. X_t y X_{t-1} son los valores actual y anterior de la variable X , respectivamente.¹⁴

La aplicación de la loglinealización en los modelos ha sido la metodología utilizada por la mayor parte de la literatura empírica sobre crecimiento con resultados satisfactorios (ver por ejemplo, *Barro*, 1991; *Barro y Sala i Martín*, 1995; *Mankiw, Romer y Weil*, 1992; *Lorentzen P., Mc Millan J. y Wacziarg R.*, 2008; *Aghion P., Howitt P. and Murtin F.*, 2010).¹⁵

2.5. BETA Y SIGMA CONVERGENCIA

Para *Sala i Martin* (2002) uno de los temas centrales de la literatura empírica es el de la convergencia económica. Se definen dos tipos de convergencia: β convergencia y σ convergencia. Existe β convergencia si las economías pobres crecen más que las ricas, de modo que puede hallarse una relación inversa entre la tasa de crecimiento de la renta y el nivel Inicial de dicha renta; existe σ convergencia si la dispersión de la renta per cápita entre grupos de economías tiende a reducirse con el tiempo. *Sala i Martin* (2002) demuestra que la β convergencia es una condición necesaria pero no suficiente para la σ convergencia. Para que las economías se acerquen, es necesario que las pobres crezcan más velozmente que las ricas. Ciertamente, la preocupación por conocer la velocidad crecimiento de una economía

¹⁵ Ver *Leithold* (1999). *El Cálculo*. Séptima Edición. Oxford University Press.

pobre será mayor que la de conocer la dispersión global de las economías.

Mankiw, Romer y Weil (1992) plantean la siguiente especificación, que es compatible con una variedad de modelos neoclásicos de crecimiento que aceptan como solución una log-linealización alrededor del estado estacionario como muestra la ecuación [II-31]:

$$\ln y_t - \ln y_0 = -(1 - e^{-\lambda t}) \cdot \ln y_0 + (1 - e^{-\lambda t}) \cdot \ln y^{\otimes} \quad [\text{II-31}]$$

donde y_t es el producto per cápita en el momento t , y^{\otimes} es su estado estacionario y λ es la velocidad de convergencia; esta especificación es la que ha sido utilizada habitualmente en los estudios de convergencia.

En este trabajo se estudiará la β convergencia condicional provincial y regional. Se propone estudiar la convergencia entre provincias o regiones que poseen diferencias geográficas, climáticas, tecnológicas, culturales. Las características propias de cada provincia o región, con especial énfasis en la temperatura, hacen que se considere procedente el análisis de la convergencia condicional. Con el planteo de regresiones adicionales, también se realizará el estudio de convergencia absoluta. Estos temas serán desarrollados con mayor detenimiento en los Capítulos IV y V.

CAPITULO III

CAPITAL HUMANO: EDUCACIÓN Y SALUD

3.1. ESTIMACIÓN DEL CAPITAL HUMANO

El presente capítulo se dedicará a la estimación de la variable *capital humano* representada a través de los años promedio de educación formal del individuo y de la esperanza de vida al nacer, con el propósito de analizar la incidencia sobre el capital humano de las variables explicativas elegidas. Fundamentalmente se trata de validar la hipótesis que postula la incidencia desfavorable de la variable temperatura.

La educación argentina atravesó grandes transformaciones en las últimas décadas. Los niveles de escolaridad, medidos en número de años promedio de educación formal, se duplicaron, pasando de aproximadamente cinco años promedio a más de diez años promedio.

Las tasas de asistencia a todos los niveles educativos han registrado una tendencia creciente y paulatinamente, se han ido igualando las posibilidades de recibir educación para varones y mujeres. Muchos estudios se han realizado acerca de la influencia de la variable *ingreso per cápita de las familias* y del *nivel educativo de los padres* en los años de escolaridad de los hijos. Se propone agregar a las variables utilizadas frecuentemente, una variable climática: la temperatura.

El análisis se realiza para las veinticuatro provincias argentinas, de acuerdo a la división por provincias que realiza el INDEC (se incluye Capital Federal) y para las cinco regiones geográficas que en las que se divide la República Argentina, para el período 1980-2010. En adelante, cuando se haga referencia a las veinticuatro provincias argentinas, debe entenderse que se trata de veintitrés provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

A continuación se enumeran las cinco regiones argentinas y las provincias que las componen:

I.- Región del Noroeste: Jujuy (1), Salta (2), Santiago del Estero (3), Tucumán (4), La Rioja (5), , Catamarca (6),

II.- Región del Noreste: Formosa (14), Chaco (15), Entre Ríos (16), Corrientes (17), Misiones (18),

III.- Región de Cuyo: San Juan (7), Mendoza (8), San Luis (9).

IV.- Región Pampeana: Córdoba (10), La Pampa (11), Buenos Aires (12), Santa Fe (13).

V.- Región Patagónica: Neuquén (19), Río Negro (20), Chubut (21), Santa Cruz (22), Tierra del Fuego (23).

La ubicación geográfica de las regiones se ilustra en la Figura III-1.

De sur a norte y de este a oeste, las temperaturas en la República Argentina tienden a elevarse; dado que esta tesis dedica especial énfasis a la temperatura, el análisis por regiones obedece a poner de relieve las diferencias de temperatura que existen entre las mismas.

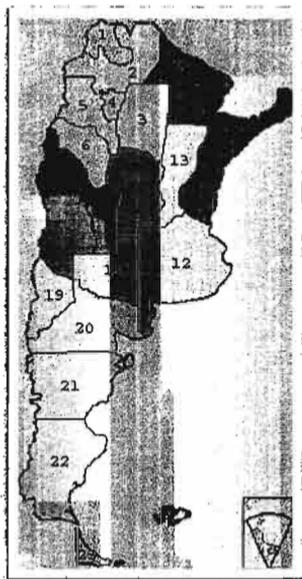


Figura III-1. Mapa político de las regiones argentinas

Las regiones consideradas tienen en cuenta el carácter isoclimático de las provincias que la componen, de modo que las regiones isoclimáticas no siempre coinciden con las regiones determinadas por la división política del país: tal es el caso de la provincia de La Pampa, que fue incorporada a la Región Patagónica en virtud de la Ley 23.272 de *Integración de La Pampa a la Región Patagónica*, promulgada el 21 de octubre de 1985 y modificada por la ley N° 25955. Se estableció así la incorporación de la Provincia de La Pampa para todos los efectos legales del orden federal como parte de la Región Patagónica.

En este trabajo no se incluye a la provincia de La Pampa en la Región Patagónica, ya que dicha provincia es considerada de clima templado en el mapa isoclimático; la elección de las provincias de la Región Patagónica obedece a la intención de poner énfasis en provincias de clima frío. Tampoco se incluye a la Antártida e Islas del Atlántico Sur porque sus temperaturas muy bajas pueden considerarse como valores extremos.

3.2. VARIABLES Y DATOS UTILIZADOS

Para explicar el comportamiento del capital humano medido en años promedio de educación formal del individuo, se han elegido las siguientes variables explicativas: temperatura media anual de cada provincia, ingreso per cápita familiar, años promedio de educación formal de los padres, para cada una de las provincias que conforman las regiones NOA, NEA, Cuyo, Pampeana y Patagonia, correspondientes al período 1980 -2010.

La variable a explicar en los estudios empíricos de este capítulo se ha definido como *años promedio de educación formal de los hijos*. A los efectos de definir las variables *años educación promedio de educación formal de los hijos* y *años promedio de educación formal de los padres* se utilizó como criterio estratificar la población en aquellos individuos menores de 25 años (a los que llamaremos *hijos*) y a los de 25 años o más (a los que llamaremos *padres*).

La variable *años promedio de educación formal de los hijos* se construyó tomando el promedio ponderado de los años de educación del individuo menores a 25 años. Dicho promedio ponderado se calculó sobre

la base de los datos obtenidos de la encuesta permanente de hogares (EPH) que tiene en cuenta siete categorías de nivel de instrucción: primaria incompleta, primaria completa, secundaria completa, secundaria incompleta, superior universitaria incompleta, superior universitaria completa y sin instrucción. Los años correspondientes a cada uno de los niveles considerados fueron tomados del siguiente modo ¹⁶:

- Primaria incompleta: tres años
- Primaria completa: siete años
- Secundaria incompleta: diez años
- Secundaria completa: trece años
- Superior universitaria incompleta: dieciséis años
- Superior universitaria completa: diecinueve años
- Sin instrucción: 0 años

Para el cálculo del promedio ponderado se utilizó como ponderación el porcentaje de personas que responde a cada uno de los niveles de instrucción. Los valores fueron asignados a las provincias en función de la información disponible correspondiente a los aglomerados que las componen y que son incluidos en la EPH.

Los valores promedio por región se calcularon como promedios simples de los promedios ponderados entre las provincias que componen cada región. En el caso de datos faltantes, los mismos fueron estimados mediante interpolación lineal .

Los datos de los *años promedio de educación formal* provienen de la Encuesta Permanente de Hogares, para el período 1980 - 2010. Los datos correspondientes al *ingreso per cápita familiar* fueron tomados de la *Encuesta Permanente de Hogares* que realiza el INDEC para los

¹⁶ Se tomó en cuenta la duración total de cada nivel de escolaridad en Argentina

aglomerados urbanos que corresponden a las 23 provincias y a Capital Federal. Dado que la EPH se lleva a cabo en forma trimestral desde el año 2003, se han considerado como datos anuales para las variables utilizadas los correspondientes al último trimestre de cada año. Para años anteriores a 2003, se han tomado los valores correspondientes al mes de octubre de cada año, ya que la EPH se realizaba sólo en los meses de mayo y octubre.

La EPH es un programa nacional de producción permanente de indicadores sociales cuyo objetivo es conocer las características socioeconómicas de la población. Es realizada en forma conjunta por el Instituto Nacional de Estadística y Censos y las Direcciones Provinciales de Estadística. A partir del censo de 1970 surge la necesidad de contar con información sobre la evolución de la realidad social en forma sistemática y permanente en cuestiones vinculadas con la temática laboral, características demográficas y socio económicas significativas. La EPH nace en el año 1972 para Capital Federal y partidos del conurbano bonaerense con un plan de incorporación progresiva de otros centros urbanos. Actualmente incluye treinta y dos centros urbanos correspondientes a las distintas provincias de la República Argentina.

Los valores correspondientes a la variable *años promedio de educación de los padres* se han calculado del mismo modo, considerando la franja etárea de los mayores de 25 años.

En cuanto a los valores de *temperatura* a considerar, se han analizado diferentes modos de evaluar su incidencia a fin de validar la hipótesis propuesta en el presente trabajo. De acuerdo con *Murphy*

(2008)¹⁷ la variable temperatura puede ser interpretada través de las siguientes características climáticas:

- Radiación global media anual
- Radiación global media mensual
- Heliofanía efectiva media anual
- Temperatura media mensual
- Temperatura media anual
- Temperatura media mensual
- Temperatura máxima media mensual
- Amplitud térmica anual
- Probabilidad de temperaturas mínimas anuales
- Probabilidad de temperaturas máximas anuales
- Duración del periodo medio sin heladas.

En el presente trabajo se ha analizado la incidencia sobre el comportamiento del capital humano, de las temperaturas medias anuales registradas en estaciones meteorológicas oficiales que aportan sus datos a la red nacional del *Servicio Meteorológico Nacional*, publicadas por la institución en sus *Estadísticas Climatológicas*.

Los datos de las *temperaturas medias anuales* para cada provincia provienen de informes periódicos del Servicio Meteorológico Nacional para todas las provincias argentinas.

¹⁷ Murphy G. (2008). *Atlas Agroclimático de la Argentina*. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires

3.3. METODOLOGÍA PARA LOS ESTUDIOS EMPÍRICOS

3.3.1. ESTIMACIONES ECONOMETRICAS

Los estudios empíricos sobre crecimiento económico resultan particularmente complejos. Se trata de un terreno en el que los progresos son difíciles de lograr. Las mayores dificultades de la econometría del crecimiento consisten en la identificación de los factores que empíricamente determinan el crecimiento económico de países o regiones y en la obtención de datos. Así, la bondad de los modelos empleados queda subordinada a la disponibilidad y a la calidad de los datos. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que, aunque se utilicen las herramientas estadísticas más apropiadas, siempre tendrán limitaciones para explicar el crecimiento.

Durlauf, Johnson y Temple (2004) presentan una revisión y una crítica de las herramientas econométricas que han sido empleadas por diversos autores para estudiar y explicar el crecimiento económico. Uno de los aspectos que critican en las regresiones de crecimiento es el de no establecer claramente las relaciones de causalidad. En general, la evidencia empírica adolece de limitaciones para adaptarse a los modelos teóricos de la literatura del crecimiento. Los problemas más frecuentes consisten en la presencia de valores atípicos dentro del conjunto de datos, los errores de medición, datos faltantes, heteroscedasticidad (sobre todo en regresiones de corte transversal), autocorrelación (en series de tiempo) y endogeneidad de las variables del lado derecho de la regresión.¹⁸

¹⁸ Para más detalles ver *Durlauf, Johnson y Temple (2004). Growths Econometrics*

En este trabajo se realizarán estimaciones de corte transversal y se utilizarán técnicas de datos de panel, que consideran tanto la dimensión temporal como la de corte transversal y permiten determinar el efecto de las variables específicas en cada área geográfica objeto de estudio. Un estudio que considere solamente las series temporales de valores de la variable temperatura no resulta relevante puesto, como ya se ha dicho, si bien la temperatura ha experimentado un aumento en los últimos treinta años, dicho cambio aún no ha sido lo suficientemente significativo.

3.3.2. ESTIMADORES DE MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

Los problemas que habitualmente se presentan en las estimaciones econométricas suelen ser de dos tipos:

- a) la presencia de *efectos individuales* específicos de cada unidad de análisis (en este trabajo las unidades de análisis serán las provincias o regiones seleccionadas)
- b) la existencia de *variables endógenas* del lado derecho de la regresión.

En presencia de estos problemas pueden no resultar consistentes los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios (*Novales Cinca, 1994*)

El primer problema, la presencia de *efectos individuales*, suele aparecer en las investigaciones que usan sólo datos de corte transversal. La estimación por mínimos cuadrados ordinarios es consistente si puede suponerse que el efecto individual no está correlacionado con las variables del lado derecho de la regresión. Este supuesto es frecuentemente violado en regresiones efectuadas con datos de corte

transversal puesto que los países, en este caso, regiones o provincias, tienen distintos efectos individuales sobre las variables que representan el crecimiento y que se pretenden explicar.¹⁹ El problema de los efectos individuales no aparece cuando se trabaja con series temporales que se refieren, cada una de ellas, a una zona geográfica distinta.

El segundo problema, el de *endogeneidad*, puede presentarse tanto en estimaciones de corte transversal como en datos de panel. Otra vez, el método de estimación por mínimos cuadrados ordinarios obliga a que las variables explicativas que aparecen en el lado derecho de la regresión sean exógenas. La utilización de estimadores mínimo cuadráticos exige que se cumpla el supuesto de *Gauss - Markov* mostrado en la ecuación [III-1]:

$$\begin{aligned} \text{cov}(u_i, X_j) &= 0 \\ i &= 1, 2, \dots, n \\ j &= 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad \text{[III-1]}$$

donde u_i indica el término de perturbación estocástica de la regresión, y X_j indica la variable explicativa. Si este supuesto no se cumple, las estimaciones mínimo cuadráticas de los coeficientes del modelo resultan inconsistentes. En muchas especificaciones de modelos de crecimiento, las variables explicativas pueden ser endógenas: por ejemplo, es razonable pensar que la inversión como porcentaje del PBI determina, pero a su vez está determinada por el crecimiento económico. Lo mismo puede suceder con variables que representen educación o salud.

¹⁹ Para más detalles, ver Caselli, Esquivel y Lefort (1996) *Reopening the convergence Debate: A New look at Cross Country Growth Empirics*. *Journal of Economic Growth*.

Si bien la utilización de técnicas de datos de panel logra corregir en parte los problemas indicados, los trabajos empíricos analizados ponen de manifiesto que no es fácil eliminarlos totalmente.

Por otra parte, si los estimadores mínimo cuadráticos no ofrecen estimaciones consistentes en presencia de los problemas formulados conviene intentar con un estimador alternativo, tal como el *estimador generalizado de momentos* al que se hará referencia en el próximo apartado.

3.3.3. ESTIMADOR GENERALIZADO DE MOMENTOS

Es necesario utilizar algún estimador que permita corregir simultáneamente los problemas empíricos que surgen en la literatura del crecimiento. Un estimador con tales características es el que utiliza el *Método de Momentos Generalizado* (MMG). El estimador MMG permite solucionar de manera consistente y eficiente los problemas planteados anteriormente que sufren los estudios empíricos de crecimiento.

Arellano y Bond (1991) y *Mitnik* (1998) aplicaron el método a regresiones con datos de panel. Una explicación detallada de este método puede ser encontrarse en *Greene* (1998) y en *Hamilton* (1994).

El *Método de Momentos Generalizado* (MMG) es un poderoso instrumento de estimación de parámetros estadísticos. En la actualidad se conocen las propiedades asintóticas de los estimadores obtenidos por este método, los cuales, bajo supuestos no muy restrictivos, son consistentes y con funciones de distribución fácilmente calculables. Herramientas ampliamente divulgadas y utilizadas en econometría, tales como los mínimos cuadrados ordinarios, mínimos cuadrados

generalizados, estimación en dos etapas e incluso (bajo algunos supuestos adicionales) máxima verosimilitud, pueden ser considerados casos particulares de MMG.

Otra de las características del método es que no requiere la especificación de una forma particular de distribución de las variables aleatorias involucradas en el modelo que se estudia.

Una de las ventajas del método es que sólo necesita de ciertas condiciones de ortogonalidad y no de la función de densidad como tal: requiere únicamente de hacer ciertas especificaciones de los momentos y no es necesario efectuar ningún supuesto sobre la distribución de la variable aleatoria.

Como contrapartida, al no utilizar toda la información disponible en la muestra, el estimador MMG puede no resultar eficiente, hecho no muy limitativo si el objetivo esencial es encontrar un estimador consistente. Sin embargo, esta generalidad también puede significar un uso no eficiente de la información disponible en la muestra²⁰. Además, recientes desarrollos demuestran que en muestras pequeñas los estimadores pueden estar algo alejados del valor real del parámetro (*Chumacero 1997a*). No obstante, se puede intentar su uso en un reducido número de observaciones, dado que se trata de una situación muy frecuente en problemas donde es necesario aplicar herramientas de la econometría.

Afortunadamente, el elevado tamaño de las muestras de datos empleadas en este trabajo permite atenuar holgadamente los problemas mencionados en el párrafo anterior.

La existencia de ciertas condiciones de ortogonalidad se emplea para encontrar un estimador MMG que minimice una determinada función

²⁰ Ver Hamilton J. (1994). *Time Series Analysis*

objetivo. Esas condiciones de ortogonalidad hacen referencia a que la esperanza del producto cruzado entre la perturbación aleatoria y las variables observables en un modelo econométrico debe ser igual a cero. Estas perturbaciones aleatorias que no son observables, pueden ser reemplazadas por una expresión equivalente que está expresada en función del verdadero vector de parámetros y de las variables observadas.²¹

Aunque existen importantes trabajos previos, tales como los desarrollados por *Sargan* (1958) y *Malinvaud* (1970), es a partir del trabajo de *Hansen* (1982) cuando el Método Generalizado de los Momentos adquiere un importante desarrollo teórico y un notable incremento de su aplicación en trabajos empíricos, en particular los desarrollados en el ámbito de la macroeconomía. Los estimadores MMG son consistentes, eficientes y asintóticamente normales dentro de la clase de todos los estimadores que no utilizan ninguna información extra aparte de la contenida en las condiciones requeridas para los momentos.

Dependiendo del parámetro a estimar y del tamaño de muestra, el MMG puede o no ofrecer resultados adecuados. Por supuesto, esto no significa que el método deba ser dejado de lado.

Por lo tanto, para la realización de este trabajo, se probará en algunos casos si se cumplen los supuestos de *Gauss- Markov* que permitan aplicar de modo confiable el método de estimación por mínimos cuadrados ordinarios mediante la aplicación de pruebas estadísticas adecuadas. Se considera que hacerlo en todos los casos tornaría muy tediosa la lectura, sobre todo si se tiene en cuenta que en caso de

²¹ Para mas detalles sobre el método MMG ver Hansen, L.P. (1982). *Large Sample properties of Generalized Method of Moments*. *Econometrica*, 50

detectarse la presencia de los problemas señalados, puede utilizarse el método generalizado de momentos como método alternativo, que ya fuera aplicado en por otros autores con resultados satisfactorios.

3.4. ESTUDIOS EMPÍRICOS

A fin de estimar los años promedio de educación formal de los hijos en función de las variables ingreso per cápita familiar, años promedio de educación formal de los padres y temperatura de las provincias y regiones, se efectuaron, en primer lugar, regresiones simples para estudiar la incidencia de cada variable tomada individualmente cuyos resultados se expondrán en esta sección.

El ingreso per cápita familiar se utiliza para determinar en qué medida la menor disponibilidad de recursos económicos incide negativamente en el proceso educativo. El efecto de la educación de los padres sobre la educación de los hijos probablemente haya sido analizado por todos los estudios sobre determinantes de la educación con resultados que validan su influencia positiva sobre la educación de los hijos.

En cuanto a la metodología de los cálculos, en primer lugar se realizaron regresiones simples tomando como variable endógena los años promedio de educación formal del individuo y la variable temperatura, tanto para todas las provincias tomadas en conjunto como para cada una de las regiones. Las estimaciones se realizaron utilizando datos de panel por MMG, ya que con estas últimas se lograron resultados más satisfactorios en la mayoría de los casos que con las estimaciones por MCO. Un tratamiento análogo se le dio a la variable endógena *esperanza*

de vida al nacer tomada como variable representativa del capital humano en forma de salud.

En adelante los resultados obtenidos se exponen en las Tablas III-1 a III-13. En las Figuras III-2 a III-14 se presentan ilustraciones de algunos de dichos resultados.

A los fines de ofrecer una evidencia empírica de la relación entre la temperatura y la variable endógena *años promedio de educación formal de los hijos en el momento t*, tomando a la temperatura como único regresor, se exhiben gráficos y resultados de la regresiones efectuados entre *temperaturas medias anuales en t* y *años de promedio de educación formal* para todas las provincias en conjunto y para cada una de las regiones por separado. Se repitió el mismo análisis tomando como variable endógena *esperanza de vida al nacer* en el momento *t*.

Los resultados de las regresiones, que fueron obtenidos con el programa EViews Versión 7.0. se exhiben en las Tablas III-1 a III-13.

3.4.1. ANALISIS PROVINCIAL Y REGIONAL DE LA RELACION ENTRE CAPITAL HUMANO “EDUCACION” Y TEMPERATURA

En la Tabla III -1 se presentan los resultados obtenidos para el panel conformado por las veinticuatro provincias argentinas para una dimensión temporal de treinta y un años, que comprende períodos anuales desde 1980 hasta 2010 inclusive.

En la Figura III-2 se presentan los años de educación formal vs. temperaturas medias para todas las provincias.

Tabla III-1: Regresión educación vs. temperatura para todas las provincias argentinas

Variable dependiente: EDUCACION DE LOS HIJOS

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 24 secciones; observaciones del panel: 744

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
TEMPERATURA	-0.796712	-12.81029	0.0000
C	18.64654	17.94681	0.0000
R-SQUARED	0.378977		
ADJUSTED R-SQUARED	0.359544		

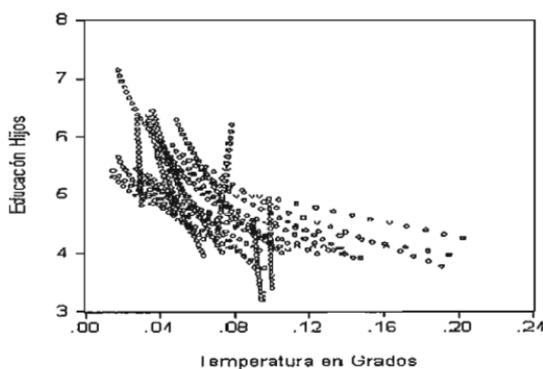


Figura III-2: Años de educación formal vs. temperatura media para todas las provincias

En la Tabla III-2 se presentan los resultados obtenidos para el panel conformado por las provincias del NOA, para una dimensión temporal de

treinta y un años, que comprende períodos anuales desde 1980 hasta 2010 inclusive.

Tabla III-2: Regresión educación vs. temperatura – NOA

Variable dependiente: EDUCACION DE LOS HIJOS

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 6 secciones; observaciones del panel: 186

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>TEMPERATURA</i>	<i>-0.896099</i>	<i>-7.477077</i>	<i>0.0000</i>
<i>C</i>	<i>24.05904</i>	<i>9.544632</i>	<i>0.0000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.242295</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.218493</i>		

En la Tabla III-3 se presentan los resultados obtenidos para el panel conformado por las provincias del NEA para el mismo período.

Tabla III-3: Regresión educación vs. temperatura – NEA

Variable dependiente: EDUCACION DE LOS HIJOS

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 5 secciones; observaciones del panel: 155

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>TEMPERATURA</i>	<i>-0.666692</i>	<i>-4.480302</i>	<i>0.00000</i>
<i>C</i>	<i>19.55624</i>	<i>6.302530</i>	<i>0.00000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.306997</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.275208</i>		

En la Tabla III-4 y en la Figura III-3 se presentan los resultados obtenidos para el panel conformado por las provincias de la REGION PAMPEANA.

Tabla III-4: Regresión educación vs. temperatura – REGION PAMPEANA
Variable dependiente: EDUCACION DE LOS HIJOS

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 4 secciones; observaciones del panel: 124

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
TEMPERATURA	-0.062770	-1.499911	0.0386
C	7.628686	10.75281	0.0000
R-SQUARED	0.034479		
ADJUSTED R-SQUARED	0.019153		

Los resultados correspondientes a la Región de Cuyo se exhiben en la Tabla III-5 y en la Figura III-4.

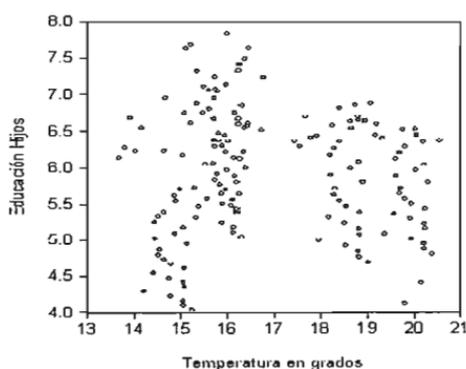


Figura III-3: Años de educación formal vs. temperatura – REGION PAMPEANA

Tabla III-5: Regresión educación vs. temperatura – CUYO

Variable dependiente: EDUCACION DE LOS HIJOS

Método generalizado de los momentos de panel. Período: 1980 – 2010

31 años; 3 secciones; observaciones del panel: 93

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
TEMPERATURA	-0.124359	-5.335654	0.0000
C	7.265042	20.70964	0.0000
R-SQUARED	0.226902		
ADJUSTED R-SQUARED	0.218932		

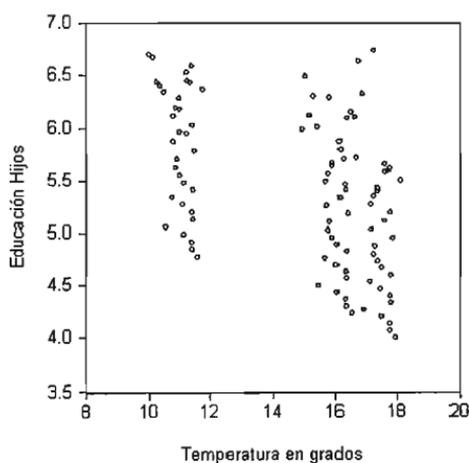


Figura III-4: Años de educación formal vs. temperatura – CUYO

Finalmente, en la Tabla III-6 y Figura III-5 se presentan los resultados correspondientes a la Región Patagónica.

Tabla III-6: Regresión educación vs. temperatura – PATAGONIA

Variable dependiente: EDUCACION DE LOS HIJOS

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 5 secciones; observaciones del panel: 155.

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
EMPERATURA	-0.095042	-3.023754	0.0029
C	5.767513	21.73718	0.0000
R-SQUARED	0.053113		
ADJUSTED R-SQUARED	0.047304		

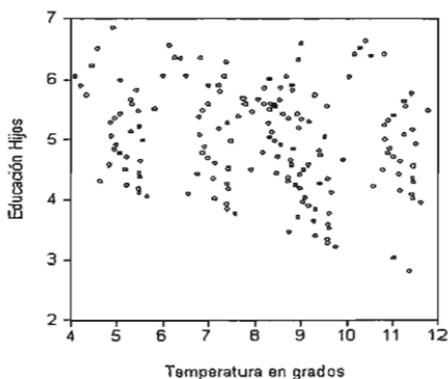


Figura III-5: Años de educación formal vs. temperatura – PATAGONIA

3.4.1.1. COMENTARIOS ACERCA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS: EDUCACIÓN

La relación entre las variables se valida con los resultados del análisis de regresión efectuado en cada caso, que se presenta en las Tablas III-1 a III-6 que se ilustran, para algunos casos, con las Figuras III-2 a III- 5. La variable temperatura siempre resultó significativa y su coeficiente tomó el signo esperado (negativo). También resultan satisfactorios los valores obtenidos para los *coeficientes de determinación* calculados, que conducen a la aceptación de la significatividad de la regresión. A mayor temperatura, menor es la cantidad de años de educación formal. En principio, los resultados obtenidos permiten confirmar el supuesto de que la temperatura influye negativamente sobre los años de escolaridad, conclusión que puede aplicarse tanto a las provincias tomadas en conjunto como a los paneles correspondientes a cada una de las regiones tomadas individualmente.

3.5. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER COMO VARIABLE REPRESENTATIVA DEL CAPITAL HUMANO A TRAVÉS DE LA SALUD

De acuerdo con el INDEC la esperanza de vida al nacer, también llamada vida media se define como el promedio de años que se espera que viva un recién nacido de acuerdo con la probabilidad de sobrevivencia prevaleciente en el momento del nacimiento ²²

²² Ver Situación y Evolución Social – Síntesis N° 4 - INDEC

Constituye un indicador sintético por excelencia para caracterizar las condiciones de vida, de salud y de otras dimensiones sociales de un país o territorio. Estas características han hecho que la esperanza de vida sea uno de los indicadores fundamentales seleccionado por las Naciones Unidas para medir el desarrollo humano de los países.

Para su cálculo se parte de un instrumento de carácter estadístico-matemático que permite medir las probabilidades de muerte o de vida de una población en función de su edad, que conjuntamente con el sexo constituyen los dos atributos demográficos básicos de la misma. Este instrumento se denomina tabla de mortalidad o tabla de vida.

La lógica de la construcción de las tablas de mortalidad se basa en el principio de la teoría de probabilidades y se parte en su construcción de obtener las probabilidades de muerte o de vida de la población a partir de los datos reales de defunciones, nacimientos y población, con los desgloses correspondientes por territorios, sexo y edades. Es decir, se calculan las tasas de defunciones por sexo y edad y por un procedimiento matemático se convierten en probabilidades de muerte; a partir de éstas se derivan las otras funciones de la tabla hasta llegar a obtener la esperanza de vida.

Para realizar un cálculo consistente de la esperanza de vida y del resto de las funciones de las tablas de mortalidad o de vida, se requieren estadísticas también consistentes de las variables demográficas. La esperanza de vida que más habitualmente se utiliza y difunde es la esperanza de vida al nacer (a los 0 años),

Esta variable computa el número promedio de años de vida para un grupo de personas nacidas en el mismo año, si la mortalidad para cada edad se mantiene constante en el futuro. Para su cálculo se toma el total de la población, así como los componentes masculino y femenino.

Somoza (1971)²³ ha definido a la esperanza de vida como “el promedio de años que vivirá cada componente de una generación de recién nacidos, que estuviera toda su vida expuesta al nivel de mortalidad representado por una tabla de vida”

De acuerdo con *Foschiatti* (2004) la esperanza de vida, constituye un indicador de los resultados logrados debido al descenso del nivel de mortalidad general y a la declinación de la mortalidad infantil, ya que cuanto más disminuyen éstos dos últimos hechos demográficos, más aumenta la expectativa de vida al nacer. La reducción de la mortalidad tiene como consecuencia un aumento del número de años que una persona puede vivir en las últimas etapas de la vida.

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), utilizado frecuentemente en los últimos años, es un índice compuesto que resulta del análisis de la esperanza de vida al nacer, el ingreso per cápita y los años de escolarización del adulto. Se advierte entonces la importancia que tiene actualmente el estudio de la expectativa de vida. Así es que, tanto la expectativa de vida como la mortalidad infantil constituyen entre otros, dos de los mejores indicadores del grado de desarrollo de un país, al reflejar las bondades o deficiencias de ese país en todos los aspectos socioeconómicos y culturales (*Abdan d'entremant y otros, 1999*).

En las últimas décadas la mortalidad ha descendido como puede detectarse a través del incremento de la esperanza de vida al nacer y se considera que la prolongación de la vida humana es un logro de la humanidad, consecuencia de las mejoras socioeconómicas, y por ende, sanitarias, a escala mundial.

²³ SOMOZA, J (1971). *La mortalidad en la Argentina entre 1869 y 1960*. Publicación del Centro de Investigaciones Sociales, Instituto Di Tella y Centro Latinoamericano de Demografía.

A nivel mundial se estima que el promedio en la esperanza de vida es de alrededor de 63 años, pero esta media está bastante alejada de la realidad cuando se tienen en cuenta los casos extremos. Sin embargo existen diferencias muy notables entre los países desarrollados y subdesarrollados. Los márgenes de la esperanza de vida en los últimos años oscilan entre valores inferiores a 50 años en África Tropical, 50-60 años en algunos países asiáticos, 60-65 en África del Norte y superan los 65 en América Latina. Entre los países con mayor y menor esperanza de vida, existe obviamente una gran cantidad de situaciones intermedias.²⁴

Para 2011, entre los países con mayor expectativa de vida se encuentran Canadá, Noruega, Australia, Alemania, Finlandia, Países Bajos, Suecia, Nueva Zelanda (78,1 años). Sin lugar a dudas, estas naciones han alcanzado el mayor nivel en cuanto a la atención y asistencia sanitaria de la población y han logrado disminuir al máximo los dos componentes demográficos que determinan directamente el promedio de años que vivirá una persona: la mortalidad general y la mortalidad infantil. En el otro extremo, los países con menor esperanza de vida se ubican en el continente africano: Sierra Leona, Liberia, Uganda y Guinea Bissau.

Puede decirse entonces en muchos casos, que en los países tropicales y con temperaturas medias anuales más elevadas, es menor la esperanza de vida al nacer. Si bien la temperatura no es la única causa para determinar la esperanza de vida, es importante destacar que tiene incidencia en los valores de la misma, y por ende, tiene efectos sobre el capital humano medido en términos de salud, conclusión afín la hipótesis de este trabajo.

²⁴ Foschiatti y Ramirez (2000)

La esperanza de vida al nacer es una medida general de la calidad de vida en un país y resume la tasa de mortalidad para todas las edades. También puede ser pensada como un indicador de la tasa de retorno potencial de la inversión en capital humano y es necesaria para el cálculo actuarial de diversas medidas. Muchos autores han tomado la esperanza de vida al nacer como un indicador de la salud, siendo la salud uno de los canales más frecuentemente utilizados para representar al capital humano.

En la Figura III-6 puede apreciarse su evolución en Argentina desde 1960 hasta 2011²⁵. La esperanza de vida al nacer ha crecido aproximadamente un veinte por ciento en los últimos 50 años, siendo sus valores estimados para el año 2011, de 73,71 años para los hombres y de 80,36 años para las mujeres, de modo que el promedio resulta igual a 77 años aproximadamente.

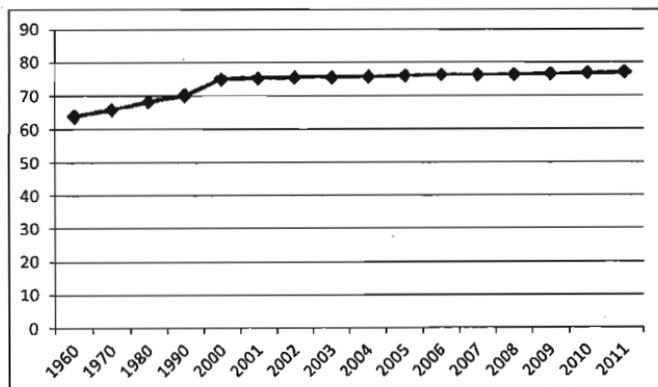


Figura III.6: Expectativa de vida al nacer. República Argentina.

Fuente: Banco Mundial

²⁵ Fuente: Banco Mundial. Indicadores de desarrollo Mundial

3.5.1. ANALISIS PROVINCIAL Y REGIONAL DE LA RELACION ENTRE CAPITAL HUMANO “SALUD” Y TEMPERATURA

Un análisis similar puede realizarse tomando la variable endógena esperanza de vida al nacer como indicador de la salud. Los resultados obtenidos se exhiben Tablas III-7 a III-12 y en las Figuras III-7 a III-12.

Tabla III-7: Regresión salud vs. Temperatura para todas las provincias
Variable dependiente: ESPERANZA DE VIDA AL NACER

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 24 secciones; observaciones del panel: 744

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>TEMPERATURA</i>	<i>-0.140719</i>	<i>-8.695211</i>	<i>0.0000</i>
<i>C</i>	<i>74.52690</i>	<i>263.0015</i>	<i>0.0000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.087345</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.086190</i>		

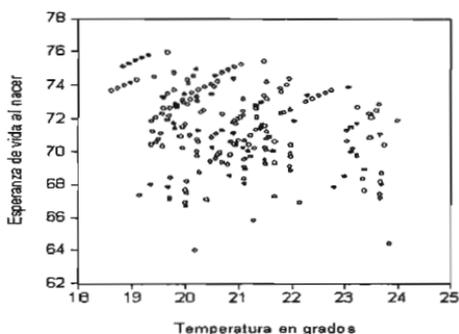


Figura III-7: Esperanza de vida al nacer vs. Temperatura media para todas las provincias

Tabla III-8: Regresión salud vs. Temperatura – NOA

Variable dependiente: ESPERANZA DE VIDA AL NACER

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 6 secciones; observaciones del panel: 186

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD (P-VALUE)</i>
<i>TEMPERATURA</i>	<i>-0.896099</i>	<i>-7.477077</i>	<i>0.00000</i>
<i>C</i>	<i>24.05904</i>	<i>9.544632</i>	<i>0.00000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.242295</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.218493</i>		

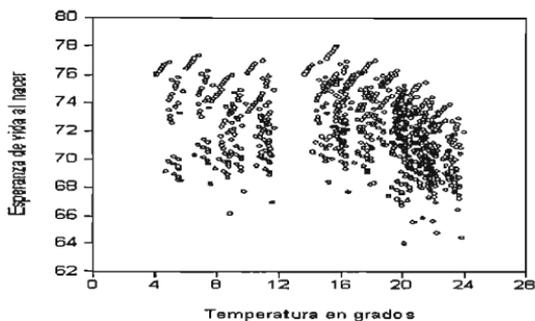


Figura III-8: Esperanza de vida al nacer vs. Temperatura – NOA

Tabla III-9: Regresión salud vs. Temperatura – NEA

Variable dependiente: ESPERANZA DE VIDA AL NACER

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 5 secciones; observaciones del panel: 155

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>TEMPERATURA</i>	<i>-0.865389</i>	<i>-5.209029</i>	<i>0.0000</i>
<i>C</i>	<i>23.29982</i>	<i>6.709757</i>	<i>0.0000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.242065</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.218231</i>		

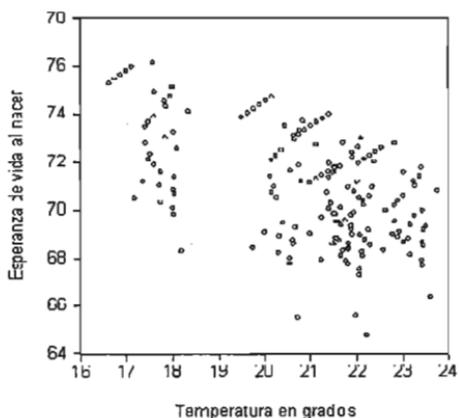


Figura III-9: Esperanza de vida al nacer vs. Temperatura – NEA

Tabla III-10: Regresión salud vs. Temperatura – REGION PAMPEANA

Variable dependiente: ESPERANZA DE VIDA AL NACER

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 4 secciones; observaciones del panel: 124

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>TEMPERATURA</i>	-0.062770	-1.499911	0.0036
<i>C</i>	7.628686	10.75281	0.0000
<i>R-SQUARED</i>	0.034479		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	0.019153		

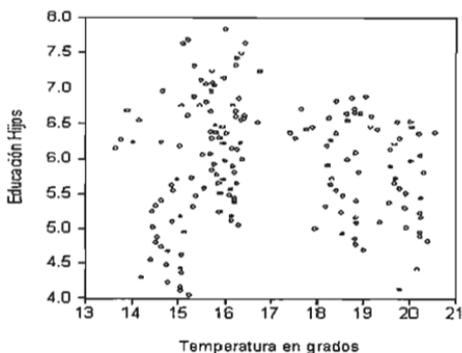


Figura III-10: Esperanza de vida al nacer vs. Temperatura – REGION PAMPEANA

Tabla III-11: Regresión salud vs. Temperatura – CUYO

Variable dependiente: ESPERANZA DE VIDA AL NACER

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 3 secciones; observaciones del panel: 93

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>TEMPERATURA</i>	<i>-0.124359</i>	<i>-5.335654</i>	<i>0.00000</i>
<i>C</i>	<i>7.265042</i>	<i>20.70964</i>	<i>0.00000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.226902</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.218932</i>		

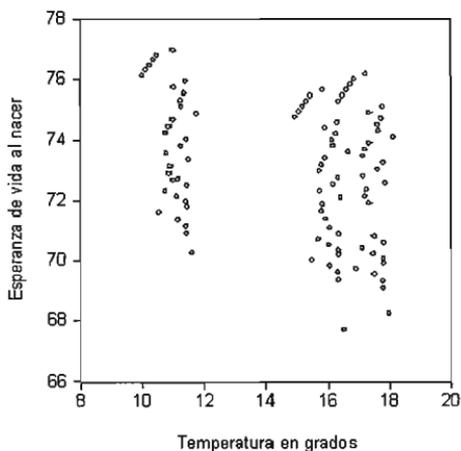


Figura III-11: Esperanza de vida al nacer vs. Temperatura – CUYO

Tabla III-12: Regresión salud vs. Temperatura – PATAGONIA

Variable dependiente: ESPERANZA DE VIDA AL NACER

Método generalizado de los momentos. Período: 1980 – 2010

31 años; 5 secciones; observaciones del panel: 155

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> (<i>P-VALUE</i>)
<i>TEMPERATURA</i>	<i>-0.095042</i>	<i>-3.023754</i>	<i>0.0029</i>
<i>C</i>	<i>5.767513</i>	<i>21.73718</i>	<i>0.0000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.053113</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.047304</i>		

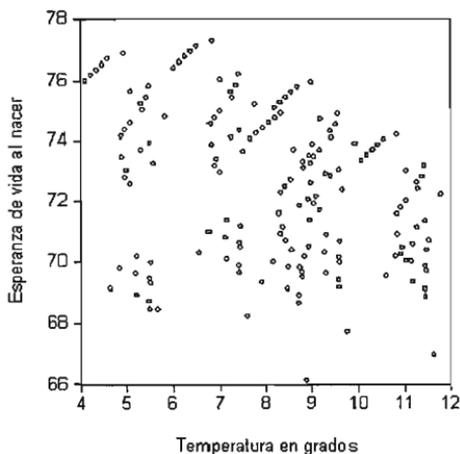


Figura III-12: Esperanza de vida al nacer vs. Temperatura – PATAGONIA

3.5.1.1. COMETARIOS ACERCA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS: SALUD

En todos los casos se obtienen resultados análogos a los obtenidos con la variable endógena años de escolaridad promedio. Se observa que la relación entre la esperanza de vida al nacer y la temperatura es siempre inversa, tanto en los resultados de las regresiones como en las figuras asociadas. Utilizando como variable endógena la esperanza de vida al nacer, la temperatura siempre resultó significativa y el signo negativo de su coeficiente coincide con el esperado para todos los paneles utilizados.

3.5.2. REGRESIÓN MÚLTIPLE, DATOS DE PANEL Y CORTE TRANSVERSAL

Como ya se ha dicho, para explicar el comportamiento del capital humano ya sea en forma de educación o de salud, se han elegido, además de la temperatura media anual, otras variables explicativas tales como ingreso per cápita familiar y años promedio de educación formal de los padres.

Para estimar los años de escolaridad se utilizó el modelo que se muestra en [III-2]:

$$Y_t = b_0 + b_1 \log X_{1t} + b_2 X_{2t} + b_3 X_{3t} + u_t \quad [\text{III-2}]$$

donde u_t es el término de perturbación estocástica, que se supone normalmente distribuido con media igual a cero y varianza constante.

Se realizaron estimaciones de los parámetros del modelo para todas las provincias en conjunto utilizando datos de panel, y de corte transversal para los años 1980, 2010 y para el promedio de datos provenientes de los 31 años de la serie temporal. Las regresiones múltiples para cada una de las regiones se efectuaron sólo con datos de panel. No se realizaron estimaciones similares de corte transversal para cada región por separado debido a que la muestra, en esos casos, estaría conformada por las provincias que integran cada región y su tamaño reducido no permitiría la obtención de estimadores consistentes y se le restaría validez a cualquier conclusión a la que se arribara.

3.6. REGRESIÓN MÚLTIPLE CON DATOS DE PANEL

3.6.1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los problemas económicos, el investigador puede acceder a los valores de un conjunto de observaciones referidas al comportamiento de lo que se denomina un panel de unidades de decisión para diferentes períodos de tiempo. En este caso constituyen dichas unidades de decisión las regiones seleccionadas y/o las provincias que las conforman.

Supóngase que se designan con p el número de unidades de decisión y con m la cantidad de períodos de tiempo consecutivos, de modo que las unidades de decisión se identifican con el subíndice $i=1,2,\dots,p$, y los períodos se indican con el subíndice $t=1,2,\dots,m$. Se tienen en total $n= p.m$ observaciones muestrales y las variables del modelo se representan del siguiente modo:

Y_{it} = valor de la variable dependiente para la unidad i en el período t ; con $i=1,2,\dots,p$

X_{jit} = valor de la variable explicativa j -ésima para la unidad i en el período t ; con $j=1,2,\dots,k$

El modelo lineal propuesto tiene la forma que se muestra en [III-3]:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{1it} + \beta_2 \cdot X_{2it} + \beta_3 \cdot X_{3it} + \dots + \beta_k \cdot X_{kit} + u_{it}$$

[III-3]

donde el conjunto de parámetros $[\beta_0, \dots, \beta_k]$ es el mismo para todas las unidades de análisis y para todos los períodos de tiempo.

Con frecuencia, la ecuación [III-3] se expresa matricialmente mediante las unidades de decisión que se muestra en [III-4] a [III-6]:

$$Y_i = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_{im} \end{bmatrix} \quad \text{[III-4]}$$

$$X_i = \begin{bmatrix} X_{2i1} & X_{3i1} & \cdot & X_{ki1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{2im} & X_{2im} & \cdot & X_{kim} \end{bmatrix} \quad \text{[III-5]}$$

$$u_i = \begin{bmatrix} u_{i1} \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{im} \end{bmatrix} \quad \text{[III-6]}$$

En forma compacta, los datos pueden expresarse del modo que se muestra en [III-7] a [III-9]:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_p \end{bmatrix} \quad \text{[III-7]}$$

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_p \end{bmatrix} \quad \text{[III-8]}$$

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_p \end{bmatrix} \quad \text{[III-9]}$$

Matricialmente, el modelo puede expresarse del modo que se muestra en [III-10]:

$$y = [i X] \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} + u \quad \text{[III-10]}$$

Diversos modelos para datos temporales y/o transversales pueden derivarse a partir de la ecuación [III-10] si se modifican algunos de los supuestos especificados sobre la parte sistemática del modelo o sobre el vector de perturbaciones.

Una posible taxonomía de los modelos se exhibe en la Tabla III-13.²⁶

De la Tabla III-13 surge que existen dos tipos de modelos con efectos individuales, que se conocen habitualmente como *modelo de efectos fijos* y *modelo de efectos aleatorios*.

Si se considera el modelo representado en la ecuación [III-3] los efectos fijos están dados por las ordenadas al origen, una para cada unidad de análisis. Generalmente se supone que el término de error es homoscedástico y no está autocorrelacionado, de modo que los

²⁶ Johnston, J (1992). *Métodos de Econometría*. Vicens Vives. Pág. 484

estimadores mínimo cuadráticos resultan estimadores insesgados de varianza mínima. Este tipo de modelo permite que los regresores estén correlacionados con β_i sin especificar la forma concreta de tal correlación.

Tabla III-13: Taxonomía de los modelos de series temporales y corte transversal

MODELO	SUPUESTOS SOBRE ORDENADA EN EL ORIGEN A	VECTOR DE COEFICIENTES DE REGRESIÓN B	TÉRMINO DE PERTURBACIÓN u_{it}
I (A)	COMÚN PARA TODO i, t	COMÚN PARA TODO i, t	$E(u, u') = \sigma_u^2 I_n$
II (A)	VARIADO SOBRE i	COMÚN PARA TODO i, t	MODELO DE EFECTOS FIJOS
II (B)	VARIADO SOBRE i	COMÚN PARA TODO i, t	MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS
III (A)	VARIADO SOBRE i, t	COMÚN PARA TODO i, t	MODELO DE EFECTOS FIJOS
III (B)	VARIADO SOBRE i, t	COMÚN PARA TODO i, t	MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS

En el *modelo de efectos aleatorios* o de *componentes de error*, se considera una única ordenada al origen β que es la misma para todas las unidades de análisis, y las ordenadas al origen diferenciales se integran al término de perturbación, del modo que se muestra en [III-11]:

$$u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad \text{[III-11]}$$

donde el efecto individual α_i se trata como puramente aleatorio y deben especificarse las distribuciones, tanto de α_i como de ε_{it} , que se suelen obtener aleatoriamente de una normal $N(0, \sigma_\alpha^2)$ para α_i y una normal $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ para ε_{it} . Las estimaciones obtenidas por mínimos cuadrados generalizados que se utilicen para corregir la heteroscedasticidad pueden obtenerse aplicando mínimos cuadrados ordinarios a variables transformadas convenientemente.

De los resultados obtenidos en los apartados anteriores se infiere que, si se pretende probar la hipótesis de la incidencia de la temperatura en la cantidad de años de educación formal como variable representativa del capital humano, resulta más adecuado un análisis de corte transversal. No obstante no puede desestimarse la serie temporal que da origen a los datos, ya que salvo los valores correspondientes a la variable temperatura, los valores de las variables restantes, tanto las exógenas como la endógena, surgen de los censos de población que tienen carácter deca-anual. Por lo tanto resulta apropiado emplear modelos de datos de panel ya que los mismos toman en cuenta en forma conjunta tanto las series de sección cruzada como las de corte transversal.

De acuerdo con Baltagi (1995), si se toman unidades individuales a lo largo del tiempo, no existe límite alguno para la heterogeneidad de tales unidades. Al combinar las series de tiempo con las observaciones transversales los datos de panel proporcionan "una mayor cantidad de datos informativos, una mayor variabilidad, menor colinealidad ente las variables, más grados de libertad y una mayor eficiencia" (Baltagi, 1995)

Por otra parte, *Gujarati* (2004) los datos de panel enriquecen el análisis empírico de manera que no serían posibles si sólo se utilizaran datos transversales o de series de tiempo. De todos modos, no puede afirmarse que se eliminen todos los problemas con los modelo de datos de panel.

Algunas de las ventajas de la utilización de datos de panel es que incrementan de modo considerable el tamaño de muestra y, al estudiar observaciones transversales repetidas, los datos de panel resultan más adecuados para analizar dinámicas de cambio.

De acuerdo con *Gujarati* (2004), si bien *Hausman* (1978)²⁷ desarrolló una prueba formal que ayude a elegir entre el modelo de *efectos fijos* y el modelo de *efectos aleatorios*, es importante tener en cuenta la advertencia hecha por *Johnston* y *Di Nardo* (1997) quienes argumentan que *"no hay una prueba sencilla que ayude al investigador a navegar entre el Escila de los efectos fijos y el Caribdis del error de medición y la selección dinámica. Sin embargo, aunque representan una mejora respecto a los datos transversales, los datos en panel no son una cura milagrosa para todas las aflicciones de los econométristas"* (*Gujarati*, p.628)

En el próximo apartado se presentan los resultados de las estimaciones de los parámetros del modelo mediante la utilización de un modelo de datos de panel de efectos fijos.

²⁷ Hausman J.A. (1978). *Specification Tests in Econometrics*. *Econometrica* Vol. 46

3.6.2. ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE CON DATOS DE PANEL

En la mayoría de los casos se utilizó el método generalizado de momentos, ya que permite obtener estimaciones consistentes aunque no se cumplieran los supuestos de Gauss-Markov, que deberían cumplirse necesariamente en el caso de emplear el método de mínimos cuadrados ordinarios para garantizar la confiabilidad de los resultados.

Tanto para el análisis por provincias como por regiones, se efectuaron regresiones por separado para explicar las variables endógenas "educación" y "salud". Se utilizaron los regresores que se definen a continuación:

$LOG X_{1T}$: logaritmo del ingreso per cápita familiar

X_{2T} : número de años promedio de educación de los padres

X_{3T} : temperatura media anual (de la provincia o región)

Para el caso del análisis por provincias, el panel se conformó con los datos transversales de las 24 provincias y la serie temporal de 31 años, desde 1980 hasta 2010 inclusive para todas las variables. En el análisis regional los paneles se constituyeron con los datos transversales de las provincias que componen cada región y la misma serie temporal.

3.6.2.1. ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE CON DATOS DE PANEL PARA TODAS LAS PROVINCIAS

3.6.2.1.1. VARIABLE ENDOGENA "EDUCACION"

Como ya se ha señalado, se explicará la variable años promedio de educación formal del individuo a través de las variables explicativas: años promedio de educación de los padres, ingreso per cápita familiar y temperaturas medias anuales.

Es de interés preguntarse si las series *años promedio de educación de los padres* y *años promedio de educación del individuo (hijos)* son series de tipo *random walk*, y en ese caso, si se está (o no) ante la presencia de cointegración.

Para detectar si las series presentan raíz unitaria se efectuó el test de *Levin, Lin y Chut*²⁸ que se utiliza para testear la presencia de raíz unitaria en el caso de datos de panel. Los resultados se exhiben en las Tablas III-14 y III-15, y en la Figuras III-13 y III-14 se presentan los respectivos correlogramas para ambas series. Fueron obtenidos con el programa E-VIEWS 7.0.

TABLA III-14: Test de raíz unitaria para la serie "AÑOS DE EDUCACIÓN PROMEDIO DEL INDIVIDUO". Panel provincias
Período: 1980 – 2010

METODO	ESTADISTICO	P VALUE	SECCIONES	OBSERVACIONES
LEVIN, LIN & CHU	T=1.86356	0.9688	24	744

²⁸ Para más detalles sobre este test, ver Levin, A y Chien-FU, Lin. (1992). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite – Sample Properties". *UC San Diego Working Paper*, 92-93, Mayo 1992.

Si se observa el valor de estadístico de prueba y el correspondiente valor p asociado, se concluye que se acepta la presencia de raíz unitaria.

TABLA III-15: Test de raíz unitaria para la serie "AÑOS DE EDUCACIÓN PROMEDIO DE LOS PADRES". Panel provincias

Período: 1980 – 2010

METODO	ESTADISTICO	P VALUE	SECCIONES	OBSERVACIONES
LEVIN, LIN & CHU	T=1.80181	0.2113	24	744

AUTOCORRELACION	CORRELACION PARCIAL		AC	PAC	Q-STAT	PROB
. *****	. *****	1	0.900	0.900	644.19	0.000
. *****	.	2	0.809	-0.006	1165.5	0.000
. *****	.	3	0.736	0.047	1597.5	0.000
. *****	.	4	0.667	-0.013	1953.1	0.000
. ****	.	5	0.596	-0.048	2236.5	0.000
. ****	.	6	0.529	-0.014	2460.2	0.000
. ***	.	7	0.466	-0.024	2633.9	0.000
. ***	.	8	0.408	-0.007	2767.6	0.000
. **	.	9	0.350	-0.042	2865.7	0.000
. **	*	10	0.286	-0.066	2931.4	0.000
. **	.	11	0.224	-0.038	2971.9	0.000
. *	.	12	0.165	-0.041	2993.8	0.000
. *	.	13	0.108	-0.034	3003.3	0.000
.	.	14	0.055	-0.029	3005.8	0.000
.	.	15	0.006	-0.028	3005.8	0.000
.	.	16	-0.039	-0.025	3007.0	0.000

Figura III-13: Correlograma años promedio de educación del individuo

En las Figuras III-13 y III-14 se detecta la existencia de raíz unitaria.

AUTOCORRELACION	CORRELACION PARCIAL		AC	PAC	Q-STAT	PROB
. *****	. *****	1	0.915	0.915	665.62	0.000
. *****	.	2	0.828	-0.056	1211.7	0.000
. *****	.	3	0.759	0.062	1670.9	0.000
. *****	.	4	0.689	-0.047	2050.0	0.000
. *****	.	5	0.618	-0.039	2355.2	0.000
. *****	.	6	0.547	-0.044	2594.7	0.000
. ****	.	7	0.477	-0.040	2777.1	0.000
. ****	.	8	0.418	0.016	2916.9	0.000
. ****	.	9	0.360	-0.033	3020.8	0.000
. **	. *	10	0.295	-0.073	3090.7	0.000
. **	.	11	0.233	-0.034	3134.2	0.000
. *	.	12	0.173	-0.043	3158.3	0.000
. *	.	13	0.115	-0.032	3169.0	0.000
.	.	14	0.062	-0.028	3172.1	0.000
.	.	15	0.012	-0.022	3172.2	0.000
.	.	16	-0.034	-0.021	3173.1	0.000

Figura III-14: Correlograma años promedio de educación de los padres

Resulta entonces pertinente analizar la existencia de cointegración entre las variables *años promedio educación de los hijos* y *años promedio educación de los padres*. Para ello se efectúa el Test de Cointegración de *Pedroni*²⁹ (basado en el de *Engle* y *Granger*) cuyos resultados se exhiben la Tabla III-16.

²⁹ ²⁹ Pedroni, P. (1999). "Critical Values for Cointegration Test in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special Issue 0305-9049.

Tabla III- 16: Test de cointegración de Pedroni.

Series: EDUCACION DE LOS PADRES, EDUCACION DE LOS HIJOS;

Período: 1980 – 2010; observaciones: 744; secciones: 24.

Hipótesis nula: No cointegración.

	<i>WEIGHTED</i>	
	<i>STATISTIC</i>	<i>PROB. STATISTIC PROB.</i>
<i>PANEL V-STATISTIC</i>	7.186795	0.0000 6.592956 0.0000
<i>PANEL RHO-STATISTIC</i>	-3.1526520	0.0008 -3.076741 0.0010
<i>PANEL PP-STATISTIC</i>	-2.3264680	0.0100 -2.260673 0.0119
<i>PANEL ADF-STATISTIC</i>	-2.8713980	0.0020 -2.758993 0.0029
<i>GROUP RHO-STATISTIC</i>	-2.3600350	0.0091
<i>GROUP PP-STATISTIC</i>	-3.0679750	0.0011
<i>GROUP ADF-STATISTIC</i>	-4.0718460	0.0000

De acuerdo con los resultados de la Tabla III- 16 se rechaza la hipótesis nula de no cointegración. Por lo tanto las series son cointegradas de orden 1, resultado que permite afirmar que la regresión en la que intervengan las variables estudiadas no es espuria.

Tabla III - 17: Regresión múltiple MMG – Panel provincias – Educación.
Variable dependiente: Educación de los hijos.
Períodos: 31; Secciones: 24; Observaciones: 744

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	<i>0.539379</i>	<i>52.74172</i>	<i>0.0000</i>
<i>X_{2T}</i>	<i>0.208478</i>	<i>10.27795</i>	<i>0.0001</i>
<i>X_{3T}</i>	<i>-0.053940</i>	<i>2.377258</i>	<i>0.0121</i>
<i>C</i>	<i>-0.264030</i>	<i>-0.580170</i>	<i>0.5620</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.946416</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.944595</i>		

Las tres variables explicativas resultan significativas y sus coeficientes presentan el signo correcto. Tanto las variables educación de los padres como ingreso per cápita familiar inciden favorablemente en la educación del individuo, mientras que la variable temperatura lo hace en sentido opuesto, conclusión que se obtiene a partir del signo negativo de su coeficiente.

3.6.2.1.2. VARIABLE ENDOGENA "SALUD"

Tabla III - 18: Regresión múltiple MMG – Panel provincias – Salud.
Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer
Períodos: 31; Secciones 24; Observaciones: 744

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	<i>1.401833</i>	<i>57.78585</i>	<i>0.0000</i>
<i>X_{2T}</i>	<i>0.000246</i>	<i>3.233934</i>	<i>0.0013</i>
<i>X_{3T}</i>	<i>-0.080805</i>	<i>-1.113283</i>	<i>0.2659</i>
<i>C</i>	<i>60.15108</i>	<i>46.71867</i>	<i>0.0000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.917757</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.914962</i>		

También en este caso los coeficientes de las tres variables explicativas arrojan el signo correcto. Es clara la significatividad de las dos primeras variables. La variable temperatura sólo puede considerarse significativa si se está dispuesto a aceptar un valor no muy pequeño para la probabilidad cometer error de Tipo I.

3.6.2.2. ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE CON DATOS DE PANEL PARA LAS REGIONES

3.6.2.2.1.-REGION NOA

3.6.2.2.1.1. VARIABLE ENDOGENA "EDUCACION"

Tabla III - 19: Regresión múltiple MMG – Panel NOA.

Variable dependiente: Educación de los hijos.

Períodos: 31; secciones: 6; observaciones: 186

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	0.461607	25.59225	0.0000
<i>X_{2T}</i>	0.177152	3.992411	0.0001
<i>X_{3T}</i>	-0.046565	-3.212842	0.0015
<i>C</i>	0.798580	2.165398	0.0316
<i>R-SQUARED</i>	0.900917		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	0.899385		

3.6.2.2.1.2. VARIABLE ENDOGENA "SALUD"

Tabla III - 20: Regresión múltiple MMG – Panel NOA

Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer

Períodos: 31; secciones: 6; observaciones: 186

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	1.569145	36.64492	0.0000
<i>X_{2T}</i>	0.258894	1.029284	0.0350
<i>X_{3T}</i>	-0.483911	-3.156077	0.0019
<i>C</i>	68.08836	19.01309	0.0000
<i>R-SQUARED</i>	0.930692		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	0.926920		

3.6.2.2.REGION NEA

3.6.2.2.2.1. VARIABLE ENDOGENA "EDUCACION"

Tabla III - 21: Regresión múltiple MMG – Panel NEA

Variable dependiente: Educación hijos

Períodos: 31; secciones: 5; observaciones: 155

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X _{1T}	0.528735	16.53030	0.0000
X _{2T}	0.639781	2.917215	0.0042
X _{3T}	-0.065985	-3.811598	0.0002
C	-4.337647	-3.722211	0.0003
R-SQUARED	0.781726		
ADJUSTED R-SQUARED	0.776529		

3.6.2.2.2.2. VARIABLE ENDOGENA "SALUD"

Tabla III - 22: Regresión múltiple MMG – Panel NEA

Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer

Períodos: 31; secciones: 5; observaciones: 155

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X _{1T}	1.252522	16.45590	0.0000
X _{2T}	0.050435	0.387075	0.0094
X _{3T}	-0.548973	-18.19132	0.0020
C	71.40756	79.16907	0.0000
R-SQUARED	0.903484		
ADJUSTED R-SQUARED	0.901091		

3.6.2.2.3. REGION PAMPEANA

3.6.2.2.3.1. VARIABLE ENDOGENA "EDUCACION"

Tabla III - 23: Regresión múltiple MMG – Panel REGION PAMPEANA –

Educación. Variable dependiente: Educación hijos

Períodos: 31; secciones: 4; observaciones: 124

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X_{1T}	0.560935	12.81386	0.0000
X_{2T}	0.269226	-1.188323	0.0023
X_{3T}	-0.090785	4.077263	0.0001
C	0.306861	0.241498	0.8096
R-SQUARED	0.826798		
ADJUSTED R-SQUARED	0.822319		

3.6.2.2.3.2. VARIABLE ENDOGENA "SALUD"

Tabla III - 24: Regresión múltiple MMG – Panel REGION PAMPEANA

Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer

Períodos: 31; secciones: 4; observaciones: 124

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X_{1T}	1.117808	14.71572	0.0000
X_{2T}	3.183334	6.452638	0.0000
X_{3T}	-0.056387	-1.610450	0.0109
C	42.91004	9.957940	0.0000
R-SQUARED	0.854527		
ADJUSTED R-SQUARED	0.846180		

3.6.2.2.4.-REGION DE CUYO

3.6.2.2.4.1.-VARIABLE ENDOGENA "EDUCACION"

Tabla III - 25: Regresión múltiple MMG – Panel CUYO

Variable dependiente: Educación de los hijos

Períodos: 31; secciones: 3; observaciones: 93

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X_{1T}	0.523823	33.07963	0.0000
X_{2T}	0.165463	3.423889	0.0011
X_{3T}	-0.051326	-10.26492	0.0000
C	0.348670	1.311597	0.1943
R-SQUARED	0.974407		
ADJUSTED R-SQUARED	0.973225		

3.6.2.2.4.2.-VARIABLE ENDOGENA "SALUD"

Tabla III - 26: Regresión múltiple MMG – Panel CUYO

Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer

Períodos: 31; secciones: 3; observaciones: 93

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X_{1T}	1.711743	35.82441	0.0000
X_{2T}	0.383306	2.451373	0.0167
X_{3T}	-0.177997	-1.520515	0.0138
C	57.31443	29.54293	0.0000
R-SQUARED	0.976475		
ADJUSTED R-SQUARED	0.974841		

3.6.2.2.5-REGION PATAGONICA

3.6.2.2.5.1.-VARIABLE ENDOGENA "EDUCACION"

Tabla III - 27: Regresión múltiple MMG – Panel PATAGONIA

Variable dependiente: Educación de los hijos

Períodos: 31; secciones: 5; observaciones: 155

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X _{1T}	0.355892	12.30046	0.0000
X _{2T}	0.059856	2.662886	0.0046
X _{3T}	-0.286781	-2.087879	0.0401
C	3.86152	3.863612	0.0002
R-SQUARED	0.98392		
ADJUSTED R-SQUARED	0.997828		

3.6.2.2.5.2.-VARIABLE ENDOGENA "SALUD"

Tabla III - 28: Regresión múltiple MMG – Panel PATAGONIA

Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer

Períodos: 31; secciones: 5; observaciones: 155

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X _{1T}	0.383579	3.820504	0.0002
X _{2T}	0.922810	4.416012	0.0000
X _{3T}	-0.252264	-3.492205	0.0007
C	65.86107	43.64384	0.0000
R-SQUARED	0.493991		
ADJUSTED R-SQUARED	0.481445		

Las Tablas III-17 a III-28 muestran los resultados obtenidos. En todos los casos, tanto para la muestra conformada por todas las provincias (Tablas III-17 y III-18) como para las muestras correspondientes a cada región por separado (Tablas III-19 a III-28), se observa, a partir de los signos tomados por sus coeficientes, que las variables *educación de los padres* e *ingreso per cápita familiar* inciden positivamente en la educación de los individuos, en tanto que la temperatura lo hace negativamente. Las variables explicativas resultan significativas ya que los p-value asociados toman valores razonablemente pequeños y los coeficientes de determinación son lo suficientemente grandes. Todos estos resultados permiten asegurar la significatividad de la regresión y contribuyen a validar la hipótesis de este trabajo. Para la Región Pampeana, si bien se obtuvo que la temperatura incide negativamente en la esperanza de vida, el valor aproximadamente igual al 8 % estaría indicando ausencia de significatividad de la variable explicativa.

3.6.3. ESTIMACIONES CON DATOS DE CORTE TRANSVERSAL

En este apartado se realizan las estimaciones para los años de educación promedio de cada una de las regiones en estudio, utilizando datos de corte transversal provenientes de las provincias. Se tomaron como valores, tanto para las variables explicativas como para la variable a explicar, los correspondientes a los años 1980, 2010 (primero y último año de la serie) y la serie construida con los valores promedio de los 31 años que conforman la serie temporal.

Se estimaron los parámetros del modelo mediante ambos métodos: MCO y MMG. En cuanto a los estimadores MCO, es sabido que la bondad

de los mismos depende del cumplimiento de los supuestos de *Gauss - Markov*.

Para la aplicación del método MCO se realizaron algunas pruebas estadísticas a fin de validar los supuestos del modelo. Por tratarse de estimaciones de corte transversal interesa particularmente testear la presencia de heteroscedasticidad.

La heteroscedaticidad significa que la varianza de las perturbaciones no es constante a lo largo de las observaciones y supone la existencia de heterogeneidad de los datos con los que se trabaja al afirmar que provienen de distribuciones de probabilidad con distinta varianza. Una de las consecuencias más importantes ocasionada por el incumplimiento de la hipótesis de homoscedasticidad en los resultados de la estimación mínimo cuadrática se traduce en la pérdida de eficiencia del estimador obtenido por el método de cuadrados mínimos.

Se plantean las hipótesis que se muestran en [III-12]:

$$\begin{aligned} H_0 : \sigma_i^2 &= \sigma^2 \quad \forall i = 1, \dots, n \\ H1 : & \text{no se verifica } H_0 \end{aligned} \quad \text{[III-12]}$$

Debido a que la especificación de que la hipótesis alternativa de heteroscedasticidad no suele ser conocida y puede ser más o menos general, se han desarrollado un gran número de estadísticos para contrastar la hipótesis nula de igualdad de varianzas. El contraste más general para la detección de la heteroscedasticidad se conoce como prueba de *White*.

La forma de realizar el contraste se basa en la regresión de los errores mínimo cuadráticos, indicativo de la varianza de las perturbaciones, que dependen de los regresores, sus cuadrados y sus productos cruzados dos a dos.

Si se toma como ejemplo el modelo que se muestra en [III-13]:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1i} + \beta_2 \cdot x_{2i} + \varepsilon_i \quad \text{[III-13]}$$

La regresión auxiliar será la indicada en la ecuación [III-14]:

$$e_i^2 = \delta_0 + \delta_1 \cdot x_{1i} + \delta_2 \cdot x_{2i} + \delta_{11} \cdot x_{1i}^2 + \delta_{22} \cdot x_{2i}^2 + \delta_{12} \cdot x_{1i} \cdot x_{2i} + v_i, i = 1 \dots N \quad \text{[III-14]}$$

A los fines de ilustrar la reseña teórica que antecede, se ha verificado el cumplimiento de los supuestos sólo para la muestra de 24 provincias correspondiente al año 1980.

Para verificar el supuesto de normalidad de los residuos se utilizó la prueba de *Jarque-Bera*.

Los resultados obtenidos se resumen en las Tablas III- 29 y III-30.

Tabla III-29: Test Heteroscedasticidad – Todas las provincias –

Año 1980

WHITE	VALOR P
6.958354	0.15

Tabla III-30: Test normalidad de residuos – Todas las provincias –

Año 1980

JARQUE-BERA	VALOR P
0.765458	0.1998

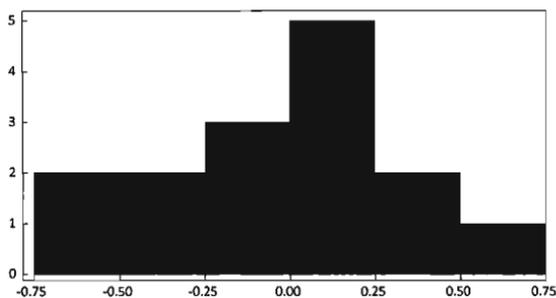


Figura III-15: Normalidad de los residuos

De los resultados consignados en las Tablas III-29 y III-30 y de la observación de la Figura III-15, pueden aceptarse las hipótesis nulas de homoscedasticidad y normalidad de los residuos.

3.6.3.1 ESTIMACIONES DE CORTE TRANSVERSAL POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS ORDINARIOS – VARIABLE DEPENDIENTE “EDUCACION”

Los resultados obtenidos para el modelo de regresión se presentan en las Tablas III-31 a III-33. Las variables explicativas se definen del mismo modo que para el caso de regresiones con datos de panel:

$LOG X_{1T}$: logaritmo del ingreso per cápita familiar

X_{2T} : número de años promedio de educación de los padres

X_{3T} : temperatura medla anual

Tabla III - 31: Regresión múltiple MCO – Corte transversal 1980
Todas las provincias. Variable dependiente: Educación de los hijos.
Observaciones: 24

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X_{1T}	0.489265	7.489819	0.0000
X_{2T}	0.340294	2.546843	0.0481
X_{3T}	-0.112063	-7.358043	0.0000
C	-0.987595	-0.793172	0.2798
R-SQUARED	0.681328		
ADJUSTED R-SQUARED	0.632027		
F-STATISTIC	13.91696		0.000056

Reemplazando en la ecuación [III-3] por los valores obtenidos en la Tabla III-31 se obtiene la ecuación [III- 15]:

$$Y_i = -0.987595 + 0.489265 \log X_{1i} + 0.340294 X_{2i} - 0.112063 X_{3i} \quad [\text{III-15}]$$

El coeficiente de la variable *log ingreso per cápita familiar* presenta signo positivo y, de acuerdo al valor del p-value asociado, puede concluirse que se trata de una variable significativa para explicar la variación de los años de escolaridad. El signo del coeficiente que acompaña a la variable *años de escolaridad de los padres* también es positivo y el signo de la variable *temperatura* es negativo. Las tres variables explicativas que se han utilizado en el modelo poseen coeficiente con el signo esperado, de modo que las variables *ingreso per cápita familiar* y *educación de los padres* inciden favorablemente en la

cantidad de *años promedio de educación de los hijos*, mientras que la variable *temperatura* impacta negativamente.

Observando los "p - value" obtenidos en cada caso puede concluirse que, además de poseer el signo esperado, las variables son significativas para explicar el comportamiento de los años de educación formal con la que se ha elegido representar a la variable *educación* como medida del *capital humano*.

El valor del coeficiente de determinación igual a 0.681328, indica que el 68,13 % de la variaciones de la variable dependiente (educación) puede explicarse por variaciones de las variables explicativas utilizadas, en concordancia con los resultados de la prueba de significación global F- Snedecor, cuyo p-value relativamente pequeño conduce a la conclusión de que los regresores, en conjunto, son significativos para explicar el comportamiento del regresando.

Tabla III – 32: Regresión múltiple MCO – Corte transversal 2010- Todas las provincias

Variable dependiente: Educación de los hijos - Observaciones: 24

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	(P-VALUE)
LOG X_{1T}	0.204139	15.10350	0.0000
X_{2T}	0.095361	1.508030	0.0793
X_{3T}	-0.052841	-3.454789	0.0204
C	5.386931	1.540251	0.0859
R-SQUARED	0.399048		
ADJUSTED R-SQUARED	0.182060		
F-STATISTIC	2.332407		0.057845

Para el corte transversal correspondiente al año 2010, también se observa que el coeficiente de la variable *log ingreso per cápita familiar*

presenta signo positivo y que se trata de una variable significativa. Los demás coeficientes arrojan los signos esperados y las variables resultan significativas si se tiene alguna tolerancia con respecto al valor de la probabilidad de cometer un error de tipo I, de acuerdo con los "p- value" obtenidos. El valor del coeficiente de determinación, próximo al 40%, resulta aceptable.

Tabla III - 33: Regresión múltiple MCO – Corte transversal Promedio 31 años - Panel Todas las provincias

Variable dependiente: Educación de los hijos -Observaciones: 24

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>PROBABILIDAD</i> <i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	<i>0.415679</i>	<i>4.748554</i>	<i>0.0003</i>
<i>X_{2T}</i>	<i>0.313573</i>	<i>2.962511</i>	<i>0.0629</i>
<i>X_{3T}</i>	<i>-0.034158</i>	<i>-2.149248</i>	<i>0.0289</i>
<i>C</i>	<i>-0.357894</i>	<i>-0.349630</i>	<i>0.4682</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.603566</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.540610</i>		
<i>F-STATISTIC</i>	<i>8.369565</i>		<i>0.015839</i>

Considerando como corte transversal el promedio de todos los años de la serie temporal, se obtienen resultados satisfactorios análogos a los anteriores.

3.6.3.2. ESTIMACIONES DE CORTE TRANVERSAL POR EL MÉTODO DE MOMENTOS GENERALIZADOS – VARIABLE DEPENDIENTE “EDUCACION”

En las Tablas III-34 a III-36 se consignan los resultados obtenidos por para el conjunto formado por las 24 provincias y para los mismos períodos anuales de la estimación por MCO.

Tabla III - 34: Regresión múltiple MMG – Corte transversal 1980

Todas las provincias

Variable dependiente: Educación de los hijos. Observaciones: 24

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG X_{1T}	0.637140	17.10909	0.0000
X_{2T}	0.537450	1.256008	0.0415
X_{3T}	-0.164572	-2.170132	0.0217
C	-0.972643	-1.081526	0.2075
R-SQUARED	0.701453		
ADJUSTED R-SQUARED	0.632027		

Tabla III - 35: Regresión múltiple MMG – Corte transversal 2010**Todas las provincias****Variable dependiente: Educación de los hijos. Observaciones: 24**

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	<i>0.204139</i>	<i>15.10350</i>	<i>0.0000</i>
<i>X_{2T}</i>	<i>0.095361</i>	<i>1.508030</i>	<i>0.0793</i>
<i>X_{3T}</i>	<i>-0.052841</i>	<i>-3.454789</i>	<i>0.0204</i>
<i>C</i>	<i>5.386931</i>	<i>1.540251</i>	<i>0.0859</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.399048</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.182060</i>		

Tabla III - 36: Regresión múltiple MMG – Corte transversal Promedio 31 años - Panel Todas las provincias**Variable dependiente: Educación de los hijos -Observaciones: 24**

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	<i>0.475832</i>	<i>9.825758</i>	<i>0.0000</i>
<i>X_{2T}</i>	<i>0.335952</i>	<i>3.450722</i>	<i>0.0302</i>
<i>X_{3T}</i>	<i>-0.049368</i>	<i>-4.414557</i>	<i>0.0021</i>
<i>C</i>	<i>-0.786451</i>	<i>-0.366063</i>	<i>0.6369</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.635685</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.467774</i>		

También con este método los coeficientes de las variables explicativas presentan los signos esperados. La variable temperatura es significativa para los dos primeros años si se acepta un valor p próximo al 2%. Se trata de un valor satisfactorio, ya que permite aceptar la significatividad de la variable temperatura con una probabilidad pequeña de cometer error de tipo I. Los valores del coeficiente de determinación para cada uno de los periodos resultaron iguales a 0.70, 0.40 y 0.63 respectivamente, lo que permite afirmar que la regresión es significativa y las variables explicativas han sido elegidas adecuadamente.

Al comparar los resultados de las regresiones MCO con los resultados obtenidos por regresiones MMG, se observa que los resultados obtenidos por este último son similares a los obtenidos por MCO. Dado que la aplicación de MMG no exige la verificación de los supuestos de Gauss- Markov, la estimación de los parámetros del modelo con variable endógena "esperanza de vida al nacer" se hará sólo por MMG.

3.6.3.3. ESTIMACIONES DE CORTE TRANVERSAL POR EL MÉTODO DE MOMENTOS GENERALIZADO - VARIABLE DEPENDIENTE "SALUD"

En este apartado se considera como variable endógena a la *esperanza de vida al nacer*, medida en años, como variable representativa del capital humano en forma de salud. En las Tablas III-37 a III-39 se consignan los resultados obtenidos para el conjunto formado por las 24 provincias y para los mismos períodos anuales tomados en las regresiones para la educación.

Tabla III - 37: Regresión múltiple MMG – Corte transversal 1980**Todas las provincias****Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer. Observaciones: 24**

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	<i>0.637140</i>	<i>17.10909</i>	<i>0.0000</i>
<i>X_{2T}</i>	<i>0.537450</i>	<i>1.256008</i>	<i>0.0415</i>
<i>X_{3T}</i>	<i>-0.164572</i>	<i>-2.170132</i>	<i>0.0217</i>
<i>C</i>	<i>-0.972643</i>	<i>-1.081526</i>	<i>0.2075</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.701453</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.632027</i>		

Tabla III - 38: Regresión múltiple MMG – Corte transversal 2010**Todas las provincias****Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer. Observaciones: 24**

<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE</i>	<i>T-STATISTIC</i>	<i>(P-VALUE)</i>
<i>LOG X_{1T}</i>	<i>1.168326</i>	<i>2.897296</i>	<i>0.0192</i>
<i>X_{2T}</i>	<i>0.496396</i>	<i>1.221609</i>	<i>0.0498</i>
<i>X_{3T}</i>	<i>-0.473656</i>	<i>-7.022535</i>	<i>0.0000</i>
<i>C</i>	<i>30.39837</i>	<i>4.358864</i>	<i>0.0000</i>
<i>R-SQUARED</i>	<i>0.593755</i>		
<i>ADJUSTED R-SQUARED</i>	<i>0.422349</i>		

Tabla III - 39: Regresión múltiple MMG – Corte transversal Promedio 31 años - Todas las provincias

Variable dependiente: Esperanza de vida al nacer - Observaciones: 24

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	(P-VALUE)
LOG X_{1T}	0.902334	2.316867	0.0235
X_{2T}	0.439487	1.550410	0.0826
X_{3T}	-0.562363	-3.257507	0.0092
C	46.28936	5.147539	0.0001
R-SQUARED	0.501736		
ADJUSTED R-SQUARED	0.473485		

De los resultados que se exponen en las Tablas III-37 a III-39 se concluye que las variables *educación de los padres e ingreso per cápita familiar* inciden positivamente la salud de los individuos, mientras que la incidencia de la temperatura es desfavorable. En todos los casos, las variables resultan significativas y los valores de los coeficientes de determinación permiten validar la significatividad global de la regresión.

A los efectos de probar la hipótesis de este trabajo, las conclusiones a las que se ha arribado convalidan la afirmación de que la temperatura incide en forma adversa sobre el capital humano, a través de los canales educación y salud.

3.6.4. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE REGIONES: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE UN FACTOR

3.6.4.1. INTRODUCCIÓN

A los efectos de comparar las temperaturas medias anuales, la cantidad de años promedio de educación formal de los individuos y la esperanza de vida al nacer medida en años, para las cinco regiones, se utilizará la herramienta estadística *Análisis de la Varianza de un Factor de Clasificación*. A fin de permitir la viabilidad del análisis empírico se asume que se cumplen los supuestos del Modelo de ANOVA. En [III- 16] se formulan las hipótesis:

$$H_0 : m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = m_5 \quad \text{[III-16]}$$

H_1 : existe alguna diferencia entre las medias de las cinco regiones

donde:

m_1 : media de la región NOA

m_2 : media de la región NEA

m_3 : media de la región PATAGONIA

m_4 : media de la región PAMPEANA

m_5 : media de la región CUYO

Según la variable en estudio, se consideran las siguientes medias poblacionales a comparar:

- Variable temperatura: temperatura media anual por región.
- Variable educación: años promedio de educación formal del individuo por región.

- Variable salud: años promedio esperanza de vida al nacer por región.

Para cada región, y para cada una de las variables (temperatura, educación, esperanza de vida al nacer) se tomaron muestras de 31 elementos para cada región, cuyos valores corresponden al promedio de los valores de cada variable de las provincias de cada región, para cada uno de los años que conforman la serie de 31 datos temporales (desde 1980 hasta 2010 inclusive). La muestra completa está conformada entonces por 155 elementos. Los cuadros de ANOVA que se presentan en cada caso responden al formato de la Tabla III-40:

Tabla III-40: Tabla ANOVA a un criterio de clasificación

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	ESTADÍSTICO
ENTRE SCE	$\sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$k - 1$	$\hat{S}_B^2 = SCE/k - 1$	$F^e = \frac{SCE}{SCD} \frac{k-1}{n-k}$
DENTRO SCD	$\sum_{i=1}^k (n_i - 1) S_i^2$	$n - k$	$\hat{S}_D^2 = SCD/n - k$	
TOTAL SCT	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2$	$n - 1$	$\hat{S}_T^2 = SCT/n - 1$	$F^c_{(1-\alpha; k-1; n-k)}$ SE RECHAZA H_0 SI $F^c \geq F^e$

k = número de grupos; n = total de observaciones; n_i = total de observaciones del grupo i ; x_{ij} = cada observación; \bar{x}_i = la media del grupo i ; \bar{x} = la media total o global

De acuerdo con la notación utilizada convencionalmente, resulta: $n = 155$; $K = 5$ y $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = n_5 = 31$.

En las Tablas III-41 a III-43 pueden observarse los valores de los estadísticos de prueba y los valores p asociados, que permiten obtener conclusiones acerca de la existencia de diferencia significativa entre uno o más pares de medias poblacionales de la variable en estudio. Todas las pruebas de ANOVA han sido realizadas con el programa Microsoft Office Excel 2007.

3.6.4.2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE UN FACTOR: TEMPERATURAS MEDIAS POR REGION

De los resultados de la Tabla III-41 surge que existe, al menos, diferencia significativa entre las temperaturas medias de algún par de regiones. Para detectar en qué par/es de regiones existen tales diferencias se utilizarán las Pruebas de Tuckey.

Tabla III-41: ANOVA de un factor – Temperaturas medias por región

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRITICO PARA F
ENTRE GRUPOS	3471,433	4	867,858	4866,639	1,373E-157	2,431
DENTRO DE LOS GRUPOS	26,749	150	0,178			
TOTAL	3498,182	154				

3.6.4.3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE UN FACTOR: AÑOS PROMEDIO DE EDUCACION FORMAL DEL INDIVIDUO POR REGION

Del mismo modo que en el caso anterior, los resultados de la Tabla III-42 indican que existen diferencias significativas entre los años promedio de educación formal entre dos o más pares de regiones, ya que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias.

Tabla III-42: ANOVA de un factor – AÑOS PROMEDIO EDUCACION por región

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRITICO PARA F
ENTRE GRUPOS	16,702	4	4,175	8,427	3,68122E-06	2,431
DENTRO DE LOS GRUPOS	74,322	150	0,495			
TOTAL	91,025	154				

3.6.4.4. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE UN FACTOR: ESPERANZA DE VIDA AL NACER POR REGION

Tabla III-43: ANOVA – AÑOS PROMEDIO EDUCACION por región

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRITICO PARA F
ENTRE GRUPOS	155,440	4	38,860	9,520	6,91E-07	2,431
DENTRO DE LOS GRUPOS	612,235	150	4,081			
TOTAL	767,676	154				

El valor del estadístico de prueba y el p-value extremadamente pequeño permiten aceptar la hipótesis de la existencia de diferencias significativas entre la esperanza de vida al nacer entre uno o más pares de regiones.

Para detectar en qué par/es de regiones existen diferencias significativas para cualquiera de las tres variables se utilizarán las Pruebas de *Tuckey*.

3.7. COMPARACIÓN ENTRE PARES DE REGIONES: PRUEBA DE TUCKEY

3.7.1. INTRODUCCIÓN

En el ANOVA se trata de comparar varios promedios poblacionales, es decir que se efectúan comparaciones múltiples. El procedimiento indica que primero debe hacerse un test global para saber si existen diferencias en al menos uno de los pares de promedios. Si la respuesta

es negativa (es decir se acepta la hipótesis nula de que todas las medias son iguales) no es necesario, ni útil, seguir haciendo comparaciones. Pero si los datos son estadísticamente significativos, entonces la pregunta siguiente es ¿cuáles medias o grupos difieren?

El llamado problema de comparaciones múltiples se debe a que cuando se tienen más de dos grupos a comparar, aumenta el número de pares de comparaciones y el nivel de significación es mayor al establecido.

Existen diferentes métodos de comparaciones múltiples. En principio lo más simple sería realizar un test t-Student para cada par de medias, pero también existen los llamados métodos post-hoc que son los más seguros. Los métodos de comparaciones múltiples o post-hoc permiten comparar las medias con un nivel de significación global igual al establecido (en general, se trabaja con nivel igual a 0.05)

Si bien existen métodos diversos, la prueba de Tukey es una de las más utilizadas. Se calcula un valor numérico llamado *amplitud crítica* que se compara con el valor absoluto de todas las diferencias entre todos los pares posibles de medias muestrales correspondientes a las muestras utilizadas, de modo que si tales diferencias superan a la amplitud crítica se considera que existen diferencias significativas entre las medias poblacionales.

El test de Tukey es bastante conocido y aceptado en la literatura. La prueba estadística que utiliza el método de Tukey es el estadístico de rango estudentizado "q", que se muestra en [III-17]:

$$q = \frac{\bar{y}_i - \bar{y}_j}{\sqrt{M.C.D_q}} \approx q(K, n - k) \quad \text{[III-17]}$$

donde \bar{y}_i es la media muestral del grupo i e \bar{y} es la media muestral del grupo j ; para todo $i \neq j$. Además $M.C.D_q$ es la media cuadrática dentro de los grupos.

Existen tablas para el estadístico "q" de rango estudentizado pero en este trabajo se tomarán directamente los resultados provenientes de utilizar el programa EXCEL. *Steel R. y Torrie J. (1993)* dan más detalles sobre el tema.

Para los tres estudios comparativos, el término grupo hace referencia a la región, del modo en que se indica a continuación:

Grupo 1: Región NOA

Grupo 2: Región NEA

Grupo 3: Región Patagónica

Grupo 4: Región Pampeana

Grupo 5: Región de Cuyo

Con estos grupos se conforman diez pares de regiones a los efectos de determinar si existen diferencias significativas entre las regiones que pertenecen a cada par. En todos los casos se utilizó un nivel de significación igual al 5%.

3.7.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TEMPERATURAS MEDIAS ENTRE PARES DE REGIONES

En la Tabla III-44 se presentan los resultados de la *Prueba de Tuckey* con respecto a la comparación de las temperaturas.

Tabla III.44: Comparación múltiple de medias de Tukey – Temperatura

Comparación del grupo 1 con el grupo 2 NOA VS. NEA	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,13298261
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	0,07584536
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	0,30338144
<i>Medias del Grupo 1 y 2 son:</i>	no diferente
Comparación del grupo 1 con el grupo 3 NOA VS. PATAGONIA	
<i>Diferencia absoluta</i>	12,8418497
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	0,07584536
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	0,30338144
<i>Medias del Grupo 1 y 3 son:</i>	diferente
Comparación del grupo 1 con el grupo 4 NOA VS PAMPEANA	
<i>Diferencia absoluta</i>	4,06702759
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	0,07584536
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	0,30338144
<i>Medias del Grupo 1 y 4 son:</i>	diferente
Comparación del grupo 1 con el grupo 5 NOA VS CUYO	
<i>Diferencia absoluta entre medias</i>	6,23419239
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	0,07584536
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	0,30338144
<i>Medias del Grupo 1 y 5 son:</i>	diferente
Comparación del grupo 2 con el grupo 3 NEA VS. PATAGONIA	
<i>Diferencia absoluta</i>	12,7088671
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	0,07584536
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	0,30338144
<i>Medias del Grupo 2 y 3 son:</i>	diferente
Comparación del grupo 2 con el grupo 4 NEA VS. PAMPAEANA	
<i>Diferencia absoluta</i>	3,93404498
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	0,07584536
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	0,30338144
<i>Medias del Grupo 2 y 4 son:</i>	diferente

Continúa en página siguiente

de página anterior

Comparación del grupo 2 con el grupo 5 NEA-CUYO	
<i>Diferencia absoluta</i>	<i>6,10120978</i>
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	<i>0,07584536</i>
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	<i>0,30338144</i>
<i>Medias del Grupo 2 y 5 son:</i>	<i>diferente</i>
Comparación del grupo 3 con el grupo 4 PATAGONIA-PAMPEANA	
<i>Diferencia absoluta</i>	<i>8,77482209</i>
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	<i>0,07584536</i>
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	<i>0,30338144</i>
<i>Medias del Grupo 3 y 4 son:</i>	<i>diferente</i>
Comparación del grupo 3 con el grupo 5 PATAGONIA-CUYO	
<i>Diferencia absoluta</i>	<i>6,60765729</i>
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	<i>0,07584536</i>
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	<i>0,30338144</i>
<i>Medias del Grupo 3 y 5 son:</i>	<i>diferente</i>
Comparación del grupo 4 con el grupo 5 PAMPA-CUYO	
<i>Diferencia absoluta</i>	<i>2,1671648</i>
<i>Error estándar de la Diferencia</i>	<i>0,07584536</i>
<i>Amplitud Crítica (W)</i>	<i>0,30338144</i>
<i>Medias del Grupo 4 y 5 son:</i>	<i>diferente</i>

Los resultados de la Tabla III- 44 ponen de manifiesto que no existe diferencia de temperaturas medias entre las regiones más cálidas NOA y NEA, mientras que para los restantes pares de regiones las diferencias pueden considerarse significativas para una probabilidad máxima de cometer error de tipo I del 5%.

3.7.3. ANALISIS COMPARATIVO DE AÑOS DE EDUCACIÓN PROMEDIO ENTRE PARES DE REGIONES

En la Tabla III-45 se presentan los resultados de la *Prueba de Tuckey* con respecto a la comparación de los años de educación promedio entre las tres regiones:

Tabla III.45: Comparación múltiple de medias de Tukey - Educación promedio

Comparación del grupo 1 con el grupo 2 NOA VS. NEA	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,01296648
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 1 y 2 son:</i>	No diferente
Comparación del grupo 1 con el grupo 3 NOA VS PATAGONIA	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,51959633
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 1 y 3 son:</i>	Diferente
Comparación del grupo 1 con el grupo 4 NOA VS PAMPA	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,73697278
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 1 y 4 son:</i>	Diferente
Comparación del grupo 1 con el grupo 5 NOA VS. CUYO	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,24278089
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 1 y 5 son:</i>	No diferente

Continúa en página siguiente

de página anterior

Comparación del grupo 2 con el grupo 3 NEA VS PATAGONIA	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,52066298
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 2 y 3 son:</i>	diferentes
Comparación del grupo 2 con el grupo 4 NEA VS PAMPA	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,74993926
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 2 y 4 son:</i>	Diferente
Comparación del grupo 2 con el grupo 5 NEA VS CUYO	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,55574737
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 2 y 5 son:</i>	Diferente
Comparación del grupo 3 con el grupo 4 PATAGONIA VS PAMPEANA	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,95656911
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 3 y 4 son:</i>	Diferente
Comparación del grupo 3 con el grupo 5 PATAGONIA VS CUYO	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,46237722
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 3 y 5 son:</i>	No diferente
Comparación del grupo 4 con el grupo 5 PAMPEANA VS CUYO	
<i>Diferencia absoluta</i>	0,49419189
<i>Error estándar de la diferencia</i>	0,12642532
<i>Amplitud crítica (w)</i>	0,50570127
<i>Medias del grupo 4 y 5 son:</i>	No diferente

Los resultados de la comparación de medias referidas a los años promedio de educación formal del individuo se exponen en la Tabla III-45. No se observan diferencias significativas entre los siguientes pares de regiones:

- NOA y NEA
- PATAGONIA y CUYO
- PAMPEANA Y CUYO

Se detectan diferencias en los pares: NOA y PATAGONIA, NOA y PAMPEANA, NEA y PATAGONIA, NEA y PAMPEANA, NEA y CUYO, PATAGONIA y PAMPEANA. Para abonar la hipótesis de este trabajo, esas diferencias pueden deberse, entre otras razones, a las diferencias climáticas entre dichos pares de regiones.

Finalmente, no se detecten diferencia significativas entre los años promedio de educación para las regiones NOA y Cuyo. Este resultado que es, en principio, contradictorio, puesto que existen marcadas diferencias entre las regiones, tanto de carácter climático como económico, puede deberse a las imprecisiones propias de cualquier trabajo empírico y a otros factores que no han sido contemplados en el análisis. Forman parte del error de tipo II, inherente a cualquier prueba de hipótesis.

3.7.4. ANALISIS COMPARATIVO DE AÑOS PROMEDIO DE ESPERANZA DE VIDA AL NACER ENTRE PARES DE REGIONES

La Tabla III-46 muestra los resultados obtenidos para la Prueba de *Tuckey*, tomando los diez pares de regiones posibles.

Tabla III.46: Comparación múltiple de medias de Tukey -

Esperanza de vida

<i>Comparación del grupo 1 con el grupo 2 NOA VS NEA</i>	
Diferencia absoluta	0,47094765
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 1 y 2 son:	no diferente
<i>Comparación del grupo 1 con el grupo 3 NOA VS PATAGONIA</i>	
Diferencia absoluta	1,5323394
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 1 y 3 son:	diferente
<i>Comparación del grupo 1 con el grupo 4 NOA VS PAMPEANA</i>	
Diferencia absoluta	2,25125028
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 1 y 4 son:	diferente
<i>Comparación del grupo 1 con el grupo 5 NOA VS CUYO</i>	
Diferencia absoluta	1,59500452
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 1 y 5 son:	diferente
<i>Comparación del grupo 2 con el grupo 3 NEA VS PATAGONIA</i>	
Diferencia absoluta	1,50328705
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 2 y 3 son:	diferente
<i>Comparación del grupo 2 con el grupo 4 NEA VS PAMPEANA</i>	
Diferencia absoluta	2,72219793
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 2 y 4 son:	diferente

Continúa en página siguiente

de página anterior

<i>Comparación del grupo 2 con el grupo 5 NEA VS CUYO</i>	
Diferencia absoluta	2,06595217
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 2 y 5 son:	diferente
<i>Comparación del grupo 3 con el grupo 4 PATAGONIA VS PAMPEANA</i>	
Diferencia absoluta	1,21891088
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 3 y 4 son:	no diferente
<i>Comparación del grupo 3 con el grupo 5 PATAGONIA VS CUYO</i>	
Diferencia absoluta	0,56266512
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 3 y 5 son:	no diferente
<i>Comparación del grupo 4 con el grupo 5 PAMPEANA VS CUYO</i>	
Diferencia absoluta	0,65624576
Error estándar de la Diferencia	0,36285472
Amplitud Crítica (W)	1,45141889
Medias del Grupo 2 y 3 son:	no diferente

En cuanto a los resultados de la comparación de medias referidas a la *esperanza de vida al nacer*, expuestos en la Tabla III-46, no se observan diferencias significativas entre los siguientes pares de regiones:

- NOA y NEA
- PATAGONIA y CUYO
- PAMPEANA y CUYO
- PAMPEANA y PATAGONIA

En los pares NOA y PATAGONIA, NOA y PAMPEANA, NOA y CUYO, NEA y PATAGONIA, NEA y PAMPA, NEA y CUYO, se detectan diferencias significativas al 5%.

Del análisis comparativo para las variables años de educación el individuo y esperanza e vida al nacer, se destaca fundamentalmente que se detectan diferencias entre las regiones con temperaturas medias marcadamente distintas, conclusión que refuerza la hipótesis de la incidencia de la temperatura sobre el capital humano, ya sea en forma de educación o en forma de salud.

3.8. CONCLUSIONES DEL CAPITULO III: SINTESIS

El desarrollo de este capítulo tuvo por objeto poner de manifiesto la incidencia de la temperatura sobre el capital humano, ya sea en forma de educación, a través de los años promedio de educación formal del individuo, ya sea sobre la salud, a través de los años de esperanza de vida al nacer.

Se efectuaron regresiones simples con datos de panel entre la temperatura y variables representativas de capital humano. Se incorporaron otros regresores y se realizaron regresiones múltiples con datos de panel a nivel provincial y regional. Además se efectuaron regresiones múltiples de corte transversal para la muestra conformada por todas las provincias argentinas.

En todos los casos la temperatura siempre estuvo acompañada de un coeficiente de signo negativo, lo que probó su incidencia adversa sobre el capital humano para los dos canales considerados, educación y salud.

Se utilizaron técnicas de Análisis de la Varianza para la realización de análisis comparativos que permitieran establecer si existen diferencias significativas tanto entre los años promedio de educación de los individuos como en la esperanza de vida al nacer entre los diez pares de regiones posibles. Se concluyó que existen diferencias entre aquellas regiones de temperaturas distintas, cálidas y frías, mientras que no se detectan diferencias entre aquellas regiones cuyas temperaturas no registran diferencias considerables.

En el próximo capítulo se validarán los modelos de crecimiento económico expuestos en el Capítulo II. En aquellos casos en los que la especificación original del modelo no lo hiciera, se incluirá a la temperatura como una variable explicativa adicional que debe ser tenida en cuenta a la hora de estudiar las tasa de crecimiento del PBG per cápita.

**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

CATALOGADO

ÁREA ECONOMÍA

TESIS DE DOCTORADO

"Incidencia de la temperatura sobre el crecimiento económico regional y provincial en Argentina y sus efectos sobre el capital humano a través de los canales educación y salud".

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Saúl N. Keifman

DOCTORANDO: Blanca Rosa Vitale

VOLUMEN II

JULIO 2011

CAPITULO IV

VALIDACION DE LOS MODELOS PROPUESTOS

4.1. INTRODUCCION

En este capítulo se realizarán los estudios empíricos pertinentes para probar los modelos de crecimiento económico propuestos en el Capítulo II, con el propósito de validar la hipótesis de este trabajo. Se trata de validar empíricamente, con las limitaciones inherentes a todo análisis que requiera de la utilización de datos reales, los siguientes modelos:

- a) Modelo de Solow aumentado con Capital Humano (1992)
- b) Especificaciones a la Barro y Sala i Martin (1995)
- c) Modelo de Dell, Jones y Olken (2008)

Frecuentemente, la literatura empírica sobre crecimiento económico realiza una distinción entre aquellos modelos que plantean específicamente la relación entre capital humano y crecimiento y aquéllos que se focalizan en contrastar la hipótesis de convergencia del modelo neoclásico, de donde surge el efecto de la educación sobre el crecimiento de manera indirecta.

Los modelos serán validados para dos conjuntos de datos de panel: el primero de ellos está conformado por las veinticuatro provincias argentinas y treinta y un períodos anuales comprendidos entre 1980 y 2010. El segundo panel está formado por las cinco regiones estudiadas como serie de corte transversal para el mismo número de períodos anuales. Los modelos de Solow Ampliado y las especificaciones a la Barro serán probados utilizando dos tipos de regresiones, la primera de ellas no incluye a la temperatura como variable explicativa mientras que en la segunda se agrega a la temperatura como regresor.

Si bien se han tomado como base el artículo de *Mankiw, Romer y Weil* (1992) (Modelo de Solow) y las *Especificaciones a la Barro* (Barro y Sala i Martin, 1995), a los efectos de la validación empírica de los dos primeros modelos y de la hipótesis de convergencia para las provincias y regiones argentinas se tomarán como referencia los trabajos de *Duncan y Fuentes* (2005), *Mitnik* (1998), *Delfino y Ferro* (1997), *Perlbach y Calderón* (2000), *Porto* (1994), *Garrido y otros* (2002), algunos de ellos elaborados especialmente para el caso de las provincias Argentinas.

En este capítulo se realizarán estimaciones del *Modelo de Solow Ampliado* y estimaciones a la *Barro y Sala i Martin* a fin de determinar cuál de estos modelos es el más adecuado para explicar el efecto del capital humano y de la temperatura, sobre el crecimiento económico provincial y regional en la Argentina, para las cinco regiones estudiadas en los capítulos anteriores. En el Modelo de Solow original las variables climáticas están incluidas en el término de error. En este trabajo se incluirá explícitamente a la temperatura como variable explicativa. Las estimaciones a la Barro prevén la inclusión de variables de control de influencias ambientales, por lo que puede admitirse efectuar estimaciones de la tasa de crecimiento del PBG per cápita regional o

provincial incluyendo a la temperatura como una variable de control adicional.

Por otra parte, además de estos modelos tradicionales que ya han sido extensamente transitados por la literatura empírica del crecimiento, se probará el *Modelo de Dell, Jones y Olken* (2008) que utiliza explícitamente a la variable temperatura y sus rezagos como variables explicativas.

4.2. MODELO DE SOLOW AMPLIADO

Como ya se ha señalado en el Capítulo II. *Mankiw, Romer y Weil* (1992) propusieron una extensión del modelo de Solow estándar en la que se consideró el capital humano como un factor adicional de producción. Plantean una función de producción con retornos constantes de escala en la que emplean tres factores de producción: capital físico $K(t)$, trabajo $L(t)$ y capital humano $H(t)$. Así el producto $Y(t)$ puede ser expresado en el momento t de acuerdo con la ecuación [IV-1]

$$Y(t) = K(t)^\alpha \cdot H(t)^\beta \cdot [A(t) \cdot L(t)]^{1-\alpha-\beta} \quad \text{[IV-1]}$$

donde $A(t)$ es el nivel de tecnología y se cumple que $0 < \alpha + \beta < 1$.

Conviene recordar que la evolución de la economía está determinada por las ecuaciones [IV-2] y [IV-3]:

$$\dot{k}(t) = s_k \cdot y(t) - (n + g + \delta) \cdot k(t) \quad \text{[IV-2]}$$

$$\dot{h}(t) = s_h \cdot y(t) - (n + g + \delta) \cdot h(t) \quad \text{[IV-3]}$$

En el Capítulo II se ha explicado detalladamente el significado de cada una de las variables que figuran en las ecuaciones [IV-2] y [IV-3].

Mankiw, Romer y Weil (1992) puntualizan que si se supone un valor de α aproximadamente igual a 1/3, el modelo implica una elasticidad del ingreso per cápita respecto de la tasa de ahorro de aproximadamente igual a 1/2 y una elasticidad respecto a $(n + g + \delta)$ aproximadamente igual a -1/2. Por otra parte, los estudios empíricos toman un valor igual a 0,05 como valor razonable para $(g + \delta)$.³⁰

Una de las versiones del Modelo de Solow Ampliado está dada por la ecuación [IV-4], en la que se observa que el ingreso per cápita depende del crecimiento de la población y de la tecnología, y de la acumulación de capital físico y humano, donde $\ln A(0) + gt$ forma parte de la constante de estimación.

$$\ln \left[\frac{y(t)}{l(t)} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{(\alpha + \beta) \ln(n + g + \delta)}{(1 - \alpha - \beta)} + \frac{\alpha \ln s_k}{(1 - \alpha - \beta)} + \frac{\beta \ln s_h}{(1 - \alpha - \beta)} \quad \text{[IV-4]}$$

Para la especificación empírica del modelo ampliado *Mankiw, Romer y Weil* (1992) consideran la versión de la ecuación anterior, que se muestra en [IV-5], donde h^* representa el nivel de capital humano en estado estacionario.

$$\ln \left[\frac{y(t)}{l(t)} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha \ln(n + g + \delta)}{(1 - \alpha)} + \frac{\alpha \ln s_k}{(1 - \alpha)} + \frac{\beta \ln h^*}{(1 - \alpha)} \quad \text{[IV-5]}$$

³⁰ Ver Mankiw, Romer y Weil (1992). *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*

Mankiw, Romer y Weil (1992) suponen que el término $A(0)$ es el único que puede ser específico a cada economía, reflejando tanto diferencias en tecnología como en dotación de recursos naturales, clima, instituciones, etc. La estimación de la ecuación [IV-5], supone que $\ln A(0) = c + \varepsilon$, donde c es una constante y ε es un shock específico de cada economía, de modo que la constante de estimación resulta ser $(c + gt)$ y ε pasa a formar parte del error de estimación.

Para poder realizar las estimaciones por mínimos cuadrados ordinarios es fundamental el supuesto sobre la independencia de s_k , h^* y n respecto de ε . *Islam* (1995) criticó fuertemente este supuesto y propuso la metodología de datos de panel para salvar el problema. Postula que las diferencias en niveles de la función de producción sesgan los resultados de las estimaciones mínimo cuadráticas de corte transversal de *Mankiw, Romer y Weil* (1992). Considera que los problemas de los efectos individuales de cada economía correlacionados con el error pueden ser tratados más adecuadamente mediante la utilización de datos de panel usando un estimador de mínima distancia. No obstante el problema no queda del todo resuelto ya que cabe la duda si la utilización de este método es suficiente para asegurar la independencia de s_k , h^* y n respecto del término de error en regresiones de crecimiento interprovincial o interregional.

Otra forma de expresar el Modelo de Solow aumentado está dada por la ecuación [IV-6]:

$$\ln y(t) - \ln y(0) = (1 - e^{-\lambda t}) \cdot \frac{\alpha}{(1 - \alpha)} \ln s_k + (1 - e^{-\lambda t}) \cdot \frac{\beta}{(1 - \alpha)} \ln h - (1 - e^{-\lambda t}) \cdot \frac{\alpha}{(1 - \alpha)} \ln(n + g + s) - (1 - e^{-\lambda t}) \cdot \ln y(0) \quad \text{[IV-6]}$$

donde λ es la velocidad de convergencia y $\ln y(0)$ es el producto per cápita en un punto inicial del tiempo. Esta especificación del modelo permite estudiar existencia de convergencia condicional.

Esta ecuación es una de las más utilizadas por MRW (1992) para probar el modelo y será la expresión que se usará en este trabajo para el análisis empírico.

4.3. ESTIMACIONES A LA BARRO Y SALA I MARTIN

Las estimaciones a la Barro intentan buscar los determinantes del crecimiento y pueden expresarse de manera general como lo indica la ecuación [II-21] del Capítulo II.

Equivalente a la ecuación [II-21] puede plantearse la ecuación [IV-7]:

$$\gamma_{it} = \alpha - \beta \cdot \log(y_{i,t-1}) + \Phi \cdot x_{i,t-1} + u_{it} \quad [IV-7]$$

$$0 < \beta < 1$$

donde se designa como γ_{it} a la tasa de crecimiento de la economía entre el período t-1 y t, u_{it} es el término de perturbación estocástica y $X_{i,t-1}$ es un vector de variables explicativas. Se dice que hay convergencia condicional si el signo del coeficiente β es negativo.

La tasa de crecimiento γ_{it} puede calcularse como la diferencia entre el logaritmo del PBI per cápita de la economía i en el instante t y el logaritmo del PBI per cápita en el instante t-1, de modo que, si no se considera el vector $x_{i,t-1}$, la ecuación [IV-7] puede escribirse como:

$$\log \gamma_{it} - \log(y_{i,t-1}) = \alpha - \beta \cdot \log(y_{i,t-1}) + u_{it} \quad [\text{IV-8}]$$

La ecuación [IV-8] se utiliza en el análisis empírico para estudiar la existencia de convergencia absoluta.

A partir de la estimación del coeficiente β de la ecuación [IV-8] puede estimarse la velocidad de convergencia λ , de manera implícita mediante la expresión [IV-9]³¹:

$$\hat{\beta} = (1 - e^{-\lambda T}) / T \quad [\text{IV-9}]$$

donde T es la duración del período de estimación.

De la ecuación [IV-10] se deduce la siguiente expresión para λ :

$$\lambda = \frac{-\ln(1 - \hat{\beta}T)}{T} \quad [\text{IV-10}]$$

La velocidad de convergencia puede estimarse directamente si se postula el modelo no lineal como muestra la ecuación [IV-11]

$$\gamma_{i,t_0,t_0+T} = \alpha - \left(1 - e^{-\lambda T} / T\right) \log(y_{i,t_0,t_0+T}) + u_{i,t_0,t_0+T} \quad [\text{IV-11}]$$

donde γ_{i,t_0,t_0+T} es la tasa de crecimiento anual de la economía entre los períodos t_0 y $t_0 + T$.

En el Capítulo V se tratará la hipótesis de convergencia provincial y regional y se utilizará la expresión [IV-10] para calcular la velocidad de convergencia.

³¹ Ver Sala i Martin (2002)

4.4. VALIDACIÓN EMPÍRICA DE LOS MODELOS PROPUESTOS

Se eligió para las estimaciones un modelo de datos de panel con efectos fijos siguiendo a *Baltagi* (2005), quien recomienda la utilización de efectos fijos como una especificación apropiada cuando se focaliza la atención en un conjunto específico de países, regiones, firmas, etc. En los modelos de efectos fijos los errores aleatorios se componen de dos términos: uno de ellos representa un efecto fijo individual específico e inobservable y el otro representa la perturbación aleatoria remanente. El término correspondiente al efecto fijo individual específico inobservable es invariante en el tiempo y se refiere a cualquier efecto individual específico que no está incluido en la regresión, que será capturado por dicho término. La perturbación remanente varía con los individuos y con el tiempo y puede interpretarse como el término de perturbación usual en una regresión.

4.4.1. MODELO DE SOLOW AMPLIADO

4.4.1.1. VARIABLES UTILIZADAS

La variable a explicar ha sido construida, de acuerdo a la ecuación VI según se indica en [IV-11]:

$$\gamma_{i,t} = \log y_{i,t} - \log y_{i,0} \quad \text{[IV-11]}$$

El subíndice i indica la provincia i o la región j , $\log y_{i,0}$ indica el valor del logaritmo del PBG en un punto inicial del tiempo para la zona geográfica (región o provincia).

El modelo ha sido validado tanto para **períodos anuales** como para **períodos quinquenales**. La elección de paneles anuales permite la utilización de una gran cantidad de datos que evita la pérdida de observaciones y favorece la eficiencia y suficiencia de las estimaciones. Las series correspondientes a las variables utilizadas se presentan con frecuencias diversas (PBG per cápita anual, temperaturas medias anuales, datos de años de educación formal que provienen de la Encuesta Permanente de Hogares de frecuencia trimestral, tasa de inversión como porcentaje del PBG anual, datos anuales y deca-anales observados o estimados de la esperanza de vida al nacer y de la tasa de crecimiento de la población) por lo que se decidió homogeneizarlos en periodos anuales para evitar la distorsión resultante de tomar promedios representativos de cada serie para períodos más extensos. No obstante, dado que la mayor parte de literatura empírica utiliza paneles quinquenales, se han repetido las estimaciones con períodos de cinco años. Si bien se reduce de este modo el número de observaciones utilizadas, esta metodología reconoce la existencia de los ciclos y reduce el "ruido" que puedan generar los datos anuales. A los efectos de la hipótesis de este trabajo se obtienen resultados similares para las variables relevantes.

Para explicar el modelo se utilizan los siguientes regresores: PBG per cápita inicial para cada provincia, años promedio de educación formal del individuo, porcentaje de la inversión sobre el PBG (se tomó como proxy de la inversión el correspondiente al sector construcción) y $(n+g+\delta)$, donde n es la tasa de crecimiento de la población y $(g+\delta)$ se considera igual a 0.05, valor comúnmente utilizado en la literatura empírica del crecimiento. Como variante a la especificación original el modelo se agrega la variable temperatura (temperatura media anual para cada provincia). De acuerdo con la expresión del modelo, las

variables han sido tomadas en logaritmos. En el caso del análisis regional se utilizaron como series de corte transversal para formar el panel los valores correspondientes a los promedios de los valores de las provincias de cada región.

4.4.1.2. DATOS

Para las estimaciones econométricas se han utilizado datos de panel. Los datos espaciales corresponden a las veinticuatro provincias y a las cinco regiones argentinas. La serie temporal anual corresponde al período 1980 y 2010.

Los años promedio de educación formal de la población de cada provincia componente de las regiones analizadas fueron calculados mediante un promedio ponderado de los años de escolaridad del individuo, tomando como base la información proveniente de la Encuesta Permanente de Hogares. Para acceder a la información de la EPH se utilizó el programa STATA 12 SE.

Para construir la variable *inversión* como una proporción del PBG, siguiendo la metodología empleada por *Mitnik* (1998) y *Delfino y Ferro* (1997) se tomó como medida aproximada de la inversión a la proporción del PBG atribuible al sector construcción, ya que dichos datos aparecen desagregados para las provincias de acuerdo con la información disponible.

Los datos provinciales correspondientes al Producto Bruto Geográfico a precios constantes de 1993, para el período 1980 – 2010, se obtuvieron a partir de información proveniente de diversas fuentes: Consejo Federal de Inversiones, Ministerio del Interior y del informe

elaborado por *Martínez R. (2004)* sobre *Estimaciones del Producto Interno Provincial a precios constantes 1980 -2002* elaborado para CEPAL.

Los valores del Producto Bruto Geográfico per cápita resultaron de dividir el Producto Bruto Geográfico por la población de la provincia para cada año.

En cuanto a la variable $(n+g+\delta)$ se consideró a $g+\delta$ igual a 0,05, valor frecuentemente utilizado en la literatura empírica sobre crecimiento, en tanto que el valor de la tasa de crecimiento de la población n , se obtuvo de datos censales emanados del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Los valores de la variable temperatura se obtuvieron de información proveniente del Servicio Meteorológico Nacional para cada año y para cada provincia.

4.4.1.3. RESULTADOS

En las Tablas IV-1 a IV-4 se exponen los resultados obtenidos para paneles anuales conformados por las provincias y las regiones correspondientes a dos regresiones: la primera no incluye a la temperatura como variable explicativa y la segunda considera a la temperatura como una variable exógena adicional. Al no incluir explícitamente a la temperatura en el modelo, ésta se considera formando parte del término de perturbación estocástica.

Se han probado estimaciones por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y por los Método Generalizado de Momentos (MMG). En

los casos en que se obtuvieron resultados similares se optó por consignar los obtenidos por MCO.

4.4.1.3.1. PARA LAS PROVINCIAS – PANELES ANUALES

4.4.1.3.1.1. SIN TEMPERATURA

Tabla IV-1: Solow - Crecimiento PBG per cápita – Panel provincias (sin temperatura) – MCO – Paneles anuales

Períodos: 31; Secciones: 24; Observaciones: 744

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.0429	-14.709	0.000
LOG (AÑOS EDUC.)	1.415	11.308	0.000
LOG (INV./PBG)	-0.291	-10.467	0.000
LOG ($n+g+\delta$)	1.121	9.798	0.000
CONSTANTE C	2.460	7.473	0.000
R-SQUARED	0.490		
ADJUSTED R-SQUARED	0.487		
F-STATISTIC	171.997		0.000

4.4.1.3.1.2. CON TEMPERATURA

Tabla IV-2: Solow - Crecimiento PBG per cápita – Panel provincias (con temperatura) – MCO. –Paneles anuales
Períodos 31; Secciones: 24; observaciones: 744

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.0551545	-17.08066	0.000
LOG (AÑOS EDUC.)	1.285	10.577	0.000
LOG (INV./PBG)	-0.269	-9.968	0.000
LOG ($n+g+\delta$)	0.539	4.036	0.000
LOG (TEMPERATURA)	-0.376	-7.659	0.000
CONSTANTE C	2.847	8.877	0.000
R-SQUARED	0.529		
ADJUSTED R-SQUARED	0.525		
F-STATISTIC	160.423		0.000

4.4.1.3.2. PARA LAS REGIONES – PANELES ANUALES

4.4.1.3.2.1. SIN TEMPERATURA

Tabla IV-3: Solow - Crecimiento PBG per cápita – Panel regiones (sin temperatura) – MCO – Paneles anuales

Períodos: 31; Secciones: 5; Observaciones: 155

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.002	-6.384	0.000
LOG (AÑOS EDUC.)	0.647	10.211	0.000
LOG (INV./PBG)	-3.190	-1.448	0.149
LOG ($n+g+\delta$)	2.943	7.551	0.000
CONSTANTE C	-5.216	-10.741	0.000
R-SQUARED	0.654		
ADJUSTED R-SQUARED	0.644		
F-STATISTIC	68.672		0.000

4.4.1.3.2.2. CON TEMPERATURA

Tabla IV-4: Solow - Crecimiento PBG per cápita – Panel regiones (con temperatura) – MCO – Paneles anuales

Períodos:31 ; Secciones: 5; Observaciones: 155

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.002	-6.741	0.000
LOG (AÑOS EDUC.)	0.671	10.600	0.000
LOG (INV./PBG)	-0.176	-0.069	0.944
LOG ($n+g+\delta$)	3.491	4.512	0.000
LOG(TEMPERATURA)	-0.023	-2.311	0.022
CONSTANTE C	-4.325	-7.037	0.000
R-SQUARED	0.666		
ADJUSTED R-SQUARED	0.655		
F-STATISTIC	57.652		0.000

4.4.1.3.3. INTERPRETACION DE RESULTADOS

En general, los resultados obtenidos tanto para el panel conformado por todas las provincias como para el de las cinco regiones son satisfactorios para las variables relevantes a los efectos de este trabajo temperatura y educación. En particular, el efecto marginal de la temperatura sobre el crecimiento a nivel regional es negativo e igual al

2,3 %. La inclusión del PBG inicial, como variable explicativa permite la detección de la existencia de convergencia condicional, tanto provincial como regional y el cálculo de la velocidad de convergencia de manera implícita.

En todos los casos el coeficiente del log del PBG per cápita inicial resultó de signo negativo y en valor absoluto menor a la unidad, lo que avala la hipótesis de convergencia condicional provincial y regional. Las respectivas velocidades de convergencia serán calculadas en el Capítulo V. El valor p asociado a esta variable es lo suficientemente pequeño como para asegurar su significatividad.

Para el panel conformado por todas las provincias, la variable educación presenta siempre el signo correcto (positivo) y es significativa. En cuanto a la variable temperatura, su coeficiente siempre tomó signo negativo y valor p asociado a la prueba permite corroborar la hipótesis de su incidencia negativa en el crecimiento económico.

Las variables *tasa de inversión* y $(n+g+\delta)$ presentan signos contrarios a los postulados por la teoría. *Mitnik* (1998) y *Perlbach y Calderón* (2000) obtienen resultados similares en trabajos realizados para las provincias argentinas para los períodos 1960-1992 y 1970-1997 respectivamente.

Con respecto a la tasa de inversión, desde el punto de vista de la medición, la variable utilizada para su estimación podría dar lugar a la existencia de endogeneidad. Siguiendo la metodología de *Mitnik* (1998) y *Delfino y Ferro* (1997) se utilizó como proxy de la inversión la correspondiente al sector construcción como porcentaje del PBG, ya que dicha información aparece desagregada. *Perlbach y Calderón* (2000) utilizan para estimar la tasa de crecimiento del capital físico un conjunto

de datos provenientes de la inversión en el sector industrial, comercial y de servicios, construcción y fuerza motriz como indicadores que se ponderaron a través de su participación en cada uno de los sectores del PBG, obteniendo también signo negativo para el coeficiente de la variable de referencia.

En función de los datos disponibles en los que se presenta al sector construcción según su participación total en el PBG, y siguiendo la metodología de los autores citados en trabajos similares elaborados para las provincias argentinas, se consideró adecuado estimar la variable representativa de la tasa de ahorro del modo señalado en el párrafo anterior.

Por otra parte, muchas provincias argentinas dependen de la inversión pública, en particular en el sector construcción. En un trabajo reciente realizado para México, *Hernández Mota* (2010)³² demuestra, para el período 1980-2009, que el ahorro no es, necesariamente, un prerequisite para generar riqueza mediante su canalización hacia la inversión. Construye un modelo cuyo principio radica en la proposición de que la riqueza no depende de la capacidad de generación de ahorro *ex ante*, sino de que las políticas públicas y las acciones privadas creen las condiciones propicias para la inversión productiva. En este sentido, introduce el concepto de gasto público productivo que se refleja en la inversión pública para mostrar que éste no generará riqueza en tanto no contribuya a incrementar las oportunidades de inversión rentables. Por ende, las decisiones de política deben evitar su desperdicio en usos no rentables sino destinarse al fomento de las condiciones favorables para obtener una mayor rentabilidad de la inversión. De otro modo la

³² Hernández Mota, J. (2010). *Inversión Pública y Crecimiento Económico: hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno*. Universidad Autónoma de México.

inversión pública no representará necesariamente un motor de crecimiento.

Una buena parte de las provincias argentinas ha dependido fuertemente de la inversión pública en el período considerado. Es posible que las conclusiones a la que arriba *Hernández Mota* (2010) puedan trasladarse a la Argentina justificando de ese modo la aparición de coeficientes negativos para la variable inversión en las estimaciones a la *Mankiw, Romer y Weil* (1992). También en las *Estimaciones a la Barro y Sala i Martin* (1995), como se verá más adelante, si bien los signos de los coeficientes de la variable concuerdan con lo postulado por la teoría, en algunos de los estudios empíricos la inversión aparece como no significativa.

Para el caso de la variable $(n+g+\delta)$, *Mitnik* (1998) también obtiene signo contrario al postulado por la teoría para los años comprendidos entre 1960-1992. Durante el período 1980-2010, al que corresponden los estudios empíricos de esta tesis, la tasa de crecimiento de la población descendió del 16% al 11% aproximadamente, debido fundamentalmente al descenso de la tasa de fertilidad. La caída de la tasa de fertilidad dio lugar al aumento de la proporción de personas en edad de trabajar, al mismo tiempo que la proporción de adultos mayores que compone la población es aún baja. Esta composición de la estructura demográfica ha dado lugar al llamado *bono demográfico*³³, situación de la que hoy están gozando un buen número de economías emergentes. Argentina puede considerarse hoy una de las economías beneficiadas por el bono demográfico, ya que los datos provenientes del último censo (2010) indican que la población argentina está compuesta por 25 % de personas entre 0 y 14 años, 65% entre 15 y 64 años y 10 % de 65 años

³³ Fanelli (2011)

o más; una provincia con mayor crecimiento absorbe más población en edad activa. También, el signo obtenido para el coeficiente de la variable en el modelo puede obedecer a problemas de endogeneidad, en caso de que la tasa de crecimiento de la población fuese un efecto fijo y formara parte del término de error.

Es importante tener en cuenta que *Mankiw, Romer y Weil* (1992) han aplicado este modelo para una muestra de corte transversal entre países con diferencias notables en sus economías, gobiernos, climas, instituciones, etc., situación que no se replica idénticamente entre provincias de un mismo país, para las cuales no existen diferencias tan marcadas ni el mismo grado de independencia que entre las unidades de análisis de un grupo países. Es probable entonces que las estimaciones a la MRW no se ajusten adecuadamente a datos para Argentina.

De acuerdo con los valores de los coeficientes de determinación y de la prueba *F*, los resultados son buenos en términos de la capacidad explicativa del modelo. El valor del coeficiente de determinación correspondiente al modelo *con temperatura* supera al valor correspondiente al modelo especificado *sin temperatura* (en el primer caso es igual a 0.529065 y en el segundo igual a 0.490370); la inclusión de la variable temperatura, que resulta significativa, mejora la capacidad explicativa del modelo.

En cuanto al panel constituido por las cinco regiones geográficas consideradas los resultados son similares. El coeficiente del log del PBG per cápita inicial, de signo negativo y menor a la unidad en valor absoluto, permite inferir la existencia de convergencia regional (condicional).

El porcentaje de la inversión sobre el PBG, si bien resulta de signo contrario a lo indicado por la teoría, no es una variable significativa, de

acuerdo con el alto valor p asociado. Tanto la variable años educación del individuo como la variable climática temperatura resultan significativas y sus coeficientes poseen los signos esperados. El signo positivo del coeficiente correspondiente a la variable representativa del capital humano en forma de educación denota su incidencia favorable sobre el crecimiento del PBG per cápita. El coeficiente negativo de la variable temperatura está indicando su incidencia adversa en el crecimiento. Son satisfactorios los valores de los coeficientes de determinación, 0.654505 y 0.66687, respectivamente.

4.4.1.3.4. PARA LAS PROVINCIAS – PANELES QUINQUENALES

4.4.1.3.4.1. CON TEMPERATURA

En las Tablas IV-5 y IV-6 se presentan los resultados obtenidos con el uso de **paneles quinquenales** por MMG, incluyendo a la temperatura como variable explicativa.

Tabla IV- 5: Solow - Crecimiento PBG per cápita – Panel provincias (con temperatura) – MMG – Paneles quinquenales

Períodos 6; Secciones: 24; observaciones: 144

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	(P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.051305	-5.429015	0.0000
LOG (AÑOS EDUC.)	0.556154	5.548651	0.0000
LOG (INV./PBG)	-0.012074	-0.218164	0.8277
LOG (n+g+ δ)	1.163422	3.998112	0.0001
LOG(TEMPERATURA)	-0.025530	-1.990188	0.0489
CONSTANTE C	6.286949	1.326719	0.1872
R-SQUARED	0.786206		
ADJUSTED R-SQUARED	0.734152		

4.4.1.3.5. PARA LAS REGIONES – PANELES QUINQUENALES

4.4.1.3.5.1. CON TEMPERATURA

Tabla IV- 6: Solow - Crecimiento PBG per cápita – Panel regiones (con temperatura) – MMG – Paneles quinquenales
Períodos 6; Secciones: 5; observaciones: 30

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	(P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.007303	-13.77811	0.0000
LOG (AÑOS EDUC.)	0.542276	1.382914	0.0819
LOG (INV./PBG)	-0.067913	-0.786242	0.4409
LOG (n+g+ δ)	0.096775	0.566303	0.5775
LOG(TEMPERATURA)	-0.410001	-2.995139	0.0072
CONSTANTE C	3.229451	1.407028	0.1748
R-SQUARED	0.954987		
ADJUSTED R-SQUARED	0.934731		

Mediante la utilización de paneles quinquenales a nivel provincial se obtiene que los efectos marginales sobre el crecimiento de la educación y de la temperatura son iguales al 55% (positivo) y 2.5% (negativo) respectivamente. A nivel regional los porcentajes son iguales a 54% y 41%. Es notable, entonces, la incidencia de la temperatura sobre la tasa de crecimiento, cuya repercusión desfavorable sobre las provincias y regiones más cálidas no puede considerarse irrelevante.

De los resultados obtenidos, expuestos en las tablas IV-2 y IV-4, IV-5 y IV-6, elaboradas con paneles anuales y quinquenales

respectivamente, se obtienen conclusiones similares. Los signos de las variables del modelo y la conclusión acerca de la hipótesis de convergencia condicional se mantienen invariantes.

4.4.2. REGRESIONES A LA BARRO Y SALA I MARTIN

4.4.2.1. VARIABLES UTILIZADAS

La variable endógena que se pretende explicar es la tasa de crecimiento del PBG per cápita, definida como se muestra en [IV-12]:

$$\gamma_{it} = \log y_{it} - \log (y_{i,t-1}) \quad \text{[IV-12]}$$

Se utilizaron las siguientes variables explicativas: PBG per cápita inicial, años promedio de educación formal del individuo, porcentaje de inversión sobre PBG, a las que se le agrega la esperanza de vida al nacer, medida en años, como medida representativa del capital humano en forma de salud.

4.4.2.2. DATOS

Los datos sobre esperanza de vida al nacer provienen de información elaborada por el INDEC y de la Secretaría de Asistencia para la reforma económica provincial partir de datos obtenidos emanados de los censos nacionales de población³⁴. Todas las estimaciones para provincias y regiones, tanto para paneles anuales como quinquenales, se

³⁴ Ver ANEXO sobre fuente de datos y variables utilizadas

han efectuado sólo incluyendo a la temperatura como variable explicativa.

4.4.2.3. RESULTADOS

4.4.2.3.1. PARA LAS PROVINCIAS- PANELES ANUALES

4.4.2.3.1.1. CON TEMPERATURA

Tabla IV-7: BARRO – TASA DE CRECIMIENTO PBG PER CAPITA – Panel provincias (con temperatura) – MMG-PANELES ANUALES

Períodos: 31; Secciones: 24; Observaciones: 744

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.026180	-2.285852	0.0226
AÑOS EDUC.	0.029791	3.026415	0.0026
ESP. VIDA	0.021071	4.979213	0.0000
INV./PBG	0.260470	1.300674	0.1938
TEMPERATURA	-0.0642	-4.482683	0.0000
CONSTANTE C	-1.495752	-4.667869	0.0000
R-SQUARED	0.213352		
ADJUSTED R-SQUARED	0.207843		

En la Tabla IV-7 se muestran los resultados obtenidos. Las variables explicativas presentaron los signos que predice la teoría. Todas las variables son significativas, excepto el porcentaje correspondiente a la

inversión sobre PBG, que sólo lo sería si se admitiera un valor p próximo al 20 %. El efecto marginal de la temperatura sobre el crecimiento es adverso e igual al 6,42 %. Para las variables representativas de capital humano, la incidencia de la educación es positiva y cercana al 3%, mientras que la incidencia de la salud representada por la esperanza de vida al nacer es del 2 %.

El signo negativo del coeficiente del PBG inicial, y su valor absoluto inferior a uno permiten, también en este caso, aceptar la existencia de convergencia condicional.

4.4.2.3.2. PARA LAS REGIONES - PANELES ANUALES

4.4.2.3.2.1. CON TEMPERATURA

Tabla IV-8: BARRO – TASA DE CRECIMIENTO PBG PER CAPITA – Panel Regiones (con temperatura) – MMG-PANELES ANUALES

Períodos: 31; Secciones: 5; Observaciones: 155

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	(P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.044535	-1.415780	0.1590
AÑOS EDUC.	0.06085	1.132870	0.1245
ESP. VIDA	0.060042	2.991442	0.0033
INV./PBG	0.470052	3.498130	0.0006
TEMPERATURA	-0.04669	-2.158218	0.0087
CONSTANTE C	-4.275263	-3.162443	0.0019
R-SQUARED	0.370069		
ADJUSTED R-SQUARED	0.348197		

En el panel conformado por las cinco regiones, también resulta significativa la variable log PBG inicial y nuevamente el signo de su coeficiente, negativo y menor a la unidad en valor absoluto, indica la existencia de convergencia condicional entre regiones. Todas las variables presentan los signos postulados por la teoría y son significativas. Las conclusiones son análogas a las formuladas para los resultados de la Tabla IV-7.

4.4.2.3.5. PARA LAS PROVINCIAS – PANELES QUINQUENALES

4.4.2.3.5.1. CON TEMPERATURA

Tabla IV - 9: BARRO – TASA DE CRECIMIENTO PBG PER CAPITA – Panel Regiones (con temperatura) – MMG-PANELES QUINQUENALES

Períodos: 6; Secciones: 24; Observaciones: 144

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.0127482	-4.470247	0.0000
AÑOS EDUC.	0.349144	1.526084	0.1297
ESP. VIDA	0.019198	0.451964	0.1815
INV./PBG	0.731714	0.576206	0.5656
TEMPERATURA	-0.668075	-2.572078	0.0114
CONSTANTE C	4.734600	0.524847	0.6007
R-SQUARED	0.812704		
ADJUSTED R-SQUARED	0.767102		

Los resultados son similares en relación con los signos de las variables del modelo, si bien existen algunas diferencias en cuanto a los valores p asociados. En este caso tanto la esperanza de vida al nacer como la tasa de inversión resultan no significativas para valores pequeños del nivel de significación.

4.4.2.3.5. PARA LAS REGIONES – PANELES QUINQUENALES

4.4.2.3.5.1. CON TEMPERATURA

Tabla IV- 10: BARRO – TASA DE CRECIMIENTO PBG PER CAPITA – Panel Regiones (con temperatura) – MMG-PANELES QUINQUENALES
Períodos: 6; Secciones: 5; Observaciones: 30

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STATISTIC	PROBABILIDAD (P-VALUE)
LOG (PBG PER CAPITA inicial)	-0.0333372	-8.948000	0.0000
AÑOS EDUC.	0.06576	1.046456	0.1463
ESP. VIDA	0.224089	7.991946	0.0000
INV./PBG	0.96047	3.738839	0.0013
TEMPERATURA	-0.176611	2.812380	0.0061
CONSTANTE C	3.166940	0.928756	0.3641
R-SQUARED	0.980181		
ADJUSTED R-SQUARED	0.971263		

También para el caso del análisis regional, se obtienen resultados favorables a la hipótesis en cuanto a la incidencia negativa y significativa de la temperatura sobre la tasa de crecimiento del PBG per cápita. A nivel regional, el coeficiente negativo de la temperatura señala un efecto marginal sobre el crecimiento del 17.6 % y las variables correspondientes a educación y salud indican una incidencia positiva del 6,57 % y 22,4 % respectivamente sobre la tasa de crecimiento. Se observan nuevamente resultados compatibles con la hipótesis de convergencia condicional regional.

Teniendo en cuenta las estimaciones por efectuadas por ambos modelos en las Tablas IV-1 a IV-10, las *Estimaciones a la Barro y Sala i Martin* parecen producir un mejor ajuste que las estimaciones a la *MRW del Modelo de Solow Ampliado con Capital Humano* para los datos empíricos correspondientes a las provincias y regiones argentinas.

4.4.2.4. COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN PARCIAL

Para expresar la contribución de cada variable explicativa a la tasa de crecimiento del PBG per cápita, se han calculado los coeficientes de determinación parcial para el *Modelo de Solow Ampliado* y las *Estimaciones a la Barro y Sala i Martin*, tanto para las provincias como para las regiones, en las regresiones efectuadas mediante la utilización de **paneles quinquenales**.

Los coeficientes de determinación parcial entre la variable dependiente y cada una de las variables explicativas expresan el porcentaje de la variación de la variable endógena que puede explicarse por la variación de la variable exógena respectiva, manteniendo constantes los demás regresores.

Para interpretar los valores consignados en las Tablas IV-11 y IV-12 se aclara previamente la notación a utilizar:

r^2_{12} : Coeficiente de determinación parcial entre la tasa de crecimiento del PBG per cápita y los años promedio de educación formal del individuo.

r^2_{13} : Coeficiente de determinación parcial entre la tasa de crecimiento del PBG per cápita y el porcentaje de inversión sobre PBG.

r^2_{14} : Coeficiente de determinación parcial entre la tasa de crecimiento del PBG per cápita y los años promedio de esperanza de vida al nacer.

r^2_{15} : Coeficiente de determinación parcial entre la tasa de crecimiento del PBG per cápita y la temperatura promedio anual (provincial o regional, según el caso)

4.4.2.4.1. MODELO DE SOLLOW AMPLIADO (1992)

Tabla IV-11 Coeficientes de determinación parcial – Solow - Provincias

	r^2_{12}	r^2_{15}
PROVINCIAS	0.35870	0.00104
REGIONES	0.32697	0.00271

De los resultados de la Tabla IV-11 se desprende, para el caso de las provincias, que el capital humano en forma de educación explica el 35,87% por ciento de la variación del PBG per cápita a nivel provincial y la temperatura el 0.1 %, manteniendo constantes la otras variables explicativas. Para el caso de las regiones los resultados cambian a 32,69

% y 0,2% respectivamente. No se calcularon los coeficientes de determinación parcial para las variables cuyos signos resultaron contrarios a lo postulado por la teoría. De acuerdo con estos resultados mediante este modelo la variable temperatura tendría escasa relevancia en la explicación del crecimiento económico.

**Tabla IV-12: Coeficientes de determinación parcial-
Barro y Sala i Martin**

	r^2_{12}	r^2_{13}	r^2_{14}	r^2_{15}
PROVINCIAS	0.32261	0.15952	0.33281	0.01985
REGIONES	0.09371	0.07421	0.06298	0.03906

Para las estimaciones a la Barro se obtienen resultados más interesantes: a nivel provincial el capital humano en sus dos formas educación y salud, explican el 32,26 % y el 33,28 % del crecimiento respectivamente, la inversión explica el 15,95%; una variabilidad de la tasa de crecimiento aproximadamente del 2% es atribuible a la temperatura (en todos los casos manteniendo constante las otras variables de control). A nivel regional los resultados también son satisfactorios: las variables representativas de capital humano explican el 9,37 (educación) y el 6, 29% (salud), a la inversión puede atribuírsele el 7,42 % y a la temperatura el 3.9 %. Los valores de los coeficientes de determinación correspondientes a la temperatura para ambos casos merecen ser tenidos en cuenta a los fines de considerar relevante a dicha variable climática en los estudios sobre crecimiento.

Desde el punto de vista económico, si bien es esperable que la temperatura no sea una variable fundamental para explicar el crecimiento, ciertamente incide sobre el mismo en una proporción nada desdeñable, sobre todo si se consideran los resultados que arrojan las

estimaciones a la Barro. Los resultados obtenidos en este sentido se consideran satisfactorios a los efectos de probar la hipótesis que se enuncia en la tesis.

En líneas generales, observando todos los resultados empíricos obtenidos en las Tablas IV-1 a IV-12 puede inferirse que el Modelo de Solow Ampliado no es el más adecuado para validar la hipótesis propuesta: para algunas variables se presentan signos contrarios a los esperados y en cuanto a la temperatura, su incidencia sobre el crecimiento provincial y regional, si bien es negativa, no es considerable a la luz de los resultados obtenidos para los coeficientes de determinación parcial.

Las estimaciones a la Barro producen un mejor ajuste a los datos para Argentina. Los signos de los coeficientes coinciden con lo que predice la teoría. Tanto los coeficientes con signo negativo correspondientes a la temperatura que expresan el efecto marginal sobre la tasa de crecimiento a largo plazo de dicha variable como los valores de los coeficientes de determinación parcial validan la hipótesis de la importancia de la temperatura en la reducción de la tasa de crecimiento.

4.4.2.5. COMENTARIOS ACERCA DE LA EXISTENCIA DE CONVERGENCIA CONDICIONAL

Los resultados obtenidos para el Modelo de Solow Ampliado y Estimaciones a la Barro, tanto en paneles anuales como quinquenales, permiten inferir la existencia de convergencia condicional, ya sea provincial o regional, de acuerdo con los valores de los coeficientes asociados al PBG per cápita inicial.

No obstante, hasta tanto no se haya calculado la velocidad de convergencia, que aparece implícita a partir de los resultados obtenidos para el modelo, y a partir de su valor, se obtenga la mitad de la brecha en años necesaria para alcanzar el estado estacionario, no puede afirmarse categóricamente la existencia de convergencia. Es decir, no tendría sentido aceptar la hipótesis de convergencia, independientemente de los resultados numéricos, si la cantidad de años fuese tan grande que hiciera imposible cualquier previsión, ni siquiera en el largo plazo. En el **Capítulo V** se conocerán los resultados de dichos cálculos.

4.4.3. MODELO DE DELL, JONES Y OLKEN

4.4.3.1. VARIABLES UTILIZADAS

De los tres modelos que se postulan, el *Modelo de Dell, Jones y Olken* (2008) merece especial atención ya que es el único que incluye a la variable temperatura y sus rezagos en su especificación original.

El modelo es el que se postula en la ecuación [II-23], en el que la variable endógena es la tasa de crecimiento del PBG per cápita, que depende de la temperatura en el momento t , y sus rezagos en los momentos $t, t-1, t-2, \dots, t-j$.

La ecuación del modelo a ser estimada, de acuerdo con la expresión [II-23], y la hipótesis nula que se plantea en [II-25] y [II-26], indican que debe entenderse que hay "efecto crecimiento" si la temperatura tiene efecto sostenido en el tiempo. Desde el punto de vista de los resultados empíricos se trata de observar el valor de la suma de los coeficientes de la temperatura y sus rezagos en la ecuación [II-23].

Para detectar el "efecto nivel" se observan los valores de los coeficientes de rezago individuales. De acuerdo con *Dell, Jones y Olken*, se asume que los efectos nivel se revierten cuando se revierte el cambio de temperatura (en caso de que esta situación fuera probable desde el punto de vista del fenómeno climático). De este modo, para que los efectos de la variable climática puedan ser considerados efectos nivel, los mismos deberán compensarse, de modo que el valor de la suma acumulada de los coeficientes de rezago resulte cercano a cero.

El estudio realizado en el ítem 4.4.3.3 contempla el modelo con uno, dos y tres rezagos de la variable temperatura para las provincias, para las regiones y para cada región por separado.

4.4.3.2. DATOS

Los datos utilizados fueron tomados de las mismas fuentes indicadas para los modelos que preceden, ya que no es necesario definir nuevas variables.³⁵

4.4.3.3. RESULTADOS

En todos los casos se exhibirán los resultados correspondientes a los modelos en los que se han considerado rezagos hasta el tercer orden. Todos los coeficientes han sido estimados por el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. El análisis se ha efectuado para tres tipos de paneles: el primero de ellos está conformado tomando como corte transversal las 24 provincias argentinas, el segundo considera las 5 regiones argentinas, y finalmente se efectúa el análisis individual para

³⁵ Ver ANEXO

cada región por separado, en las que el corte transversal está dado por las provincias que componen cada región. La serie temporal es, en todos los casos, la serie anual de la temperatura y sus rezagos hasta el tercer orden, para el período 1980-2010.

4.4.3.3.1. PANEL DE PROVINCIAS

El panel está conformado tomando las 24 provincias como corte transversal y la serie temporal de 31 períodos anuales, comprendidos entre 1980 y 2010 inclusive.

Tabla IV -13: Modelo Dell, Jones y Olken – Panel provincias

MODELO	ρ_0	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\sum_{j=0}^3 \rho_j$
1 REZAGO	-0.100678	-0.054672			-0.155350
2 REZAGOS	-0.100663	-0.055822	0.019347		-0.137138
3 REZAGOS	-0.100068	-0.055528	0.020511	-0.000186	-0.135271

MODELO	R^2	F-Stat.	p-value
1 REZAGO	0.163654	5.432002	0.000000
2 REZAGOS	0.154207	4.691304	0.000000
3 REZAGOS	0.15150	4.259041	0.000000

De los resultados que se consignan en la Tabla IV-13 se concluye que la temperatura, tomando el país en su conjunto dividido en provincias, tiene un efecto acumulativo negativo en la tasa de crecimiento. En el caso del modelo con tres rezagos, un aumento en la temperatura de 1°C ocasionaría una disminución del 13,52 % en la tasa de crecimiento del PBG per cápita. No hay efectos nivel, es decir que los efectos de la temperatura se sostienen en el tiempo, provocando lo que el modelo teórico denomina *efecto crecimiento*.

4.4.3.3.2. PANEL DE REGIONES

El panel está conformado tomando las 5 regiones como corte transversal y la serie temporal de 31 períodos anuales, comprendidos entre 1980 y 2010 inclusive.

Tabla IV -14: Modelo Dell, Jones y Olken – Panel regiones

MODELO	ρ_0	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\sum_{j=0}^3 \rho_j$
1 REZAGO	-0.101190	-0.055215			-0.156405
2 REZAGOS	-0.100736	-0.055851	0.019809		-0.136778
3 REZAGOS	-0.099784	-0.055385	0.021820	-0.003359	-0.136708

MODELO	R^2	F-Stat.	p-value
1 REZAGO	0.213267	6.460726	0.000005
2 REZAGOS	0.200214	4.899406	0.000058
3 REZAGOS	0.194081	3.943418	0.000330

Los resultados para las regiones que agrupan provincias son análogos a los obtenidos para el panel conformado por todas las provincias. Si bien los coeficientes del segundo rezago son positivos, el efecto acumulativo es negativo y no existe (o es muy leve) el efecto nivel.

4.4.3.3.3. PANELES INDIVIDUALES POR REGION

El panel correspondiente a cada región está conformado por las provincias que componen la región como corte transversal y la serie de tiempo de temperaturas para el período 1980-2010.

Tabla IV -15: Modelo Dell, Jones y Olken –REGION NOA

MODELO	ρ_0	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\sum_{j=0}^3 \rho_j$
1 REZAGO	-0.082875	-0.0692			-0,152129
2 REZAGOS	-0.069254	-0.057597	-0.0221		-0,148984
3 REZAGOS	-0.046058	-0.027666	0.015811	0.048438	-0,009475

MODELO	R^2	F-Stat.	p-value
1 REZAGO	0.014292	1.283183	0.279719
2 REZAGOS	0.023827	1.383174	0.249653
3 REZAGOS	0.042663	1.815975	0.128170

El efecto crecimiento también es negativo. Si bien el valor acumulado correspondiente al modelo con tres rezagos está próximo a cero, de lo que podría presumirse algún efecto nivel en el largo plazo si se revirtieran los valores de la variable climática, el signo sigue siendo negativo y los valores acumulados para los modelos con uno y dos rezagos son lo suficientemente grandes (en valor absoluto) como para asegurar efecto crecimiento más que efecto nivel en el mediano plazo.

Tabla IV -16: Modelo Dell, Jones y Olken – REGION NEA

MODELO	ρ_0	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\sum_{j=0}^3 \rho_j$
1 REZAGO	-0.107991	-0.043489			-0.15148
2 REZAGOS	-0.108424	-0.045412	0.025281		-0.128555
3 REZAGOS	-0.106239	-0.043523	0.027621	0.021344	-0.100797

Continúa en página siguiente

De la página anterior

MODELO	R^2	F-Stat.	p-value
1 REZAGO	0.025327	1.909929	0.151748
2 REZAGOS	0.085383	4.387612	0.005513
3 REZAGOS	0.127138	4.915901	0.000989

En la Región NEA, el efecto es claramente efecto crecimiento, ya sea se considere el modelo con uno, dos o tres rezagos. Para el modelo con un rezago, un aumento de la temperatura en 1°C provocaría un descenso del 15 % en la tasa de crecimiento, para el modelo con tres rezagos, el descenso se acercaría al 13 % y para el modelo con tres rezagos la disminución de la tasa estará próxima al 10%.

Cabe destacar que la temperatura anual promedio de la región NEA es la más elevada de todas las regiones. Los resultados indican que el efecto de la temperatura es sostenido en el tiempo y no reversible, teniendo la temperatura consecuencias adversas sobre el crecimiento económico de la región.

Tabla IV -17: Modelo Dell, Jones y Olken – REGION CUYO

MODELO	ρ_0	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\sum_0^3 \rho_j$
1 REZAGO	-0.080324	-0.053386			-0,13371
2 REZAGOS	-0.042539	-0.018476	0.064871		0,003856
3 REZAGOS	-0.074344	-0.048178	0.067435	0.057855	-0,002768

MODELO	R^2	F-Stat.	p-value
1 REZAGO	0.008609	0.333519	0.617310
2 REZAGOS	0.045258	1.311481	0.276190
3 REZAGOS	0.052004	1.083426	0.370464

En la Región de Cuyo, si bien el efecto acumulado negativo es notable en el modelo con un rezago, parece haber una tendencia a revertirse en el largo plazo si se observa que los valores acumulados para los modelos con dos y tres rezagos se acercan a cero. El valor correspondiente al modelo con tres rezagos, no obstante, sigue siendo negativo.

Tabla IV -18: Modelo Dell, Jones y Olken – REGION PAMPEANA

MODELO	ρ_0	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\sum_0^3 \rho_j$
1 REZAGO	-0.110947	-0.056023			-0,16697
2 REZAGOS	-0.112632	-0.061789	0.029614		-0,174421
3 REZAGOS	-0.086987	-0.037482	0.058319	0.064006	-0,002144

MODELO	R^2	F-Stat.	p-value
1 REZAGO	0.017257	1.027233	0.361202
2 REZAGOS	0.110892	4.656328	0.004180
3 REZAGOS	0.159861	0.159861	0.000857

Observando los resultados de la Tabla IV-16, se concluye que también en esta región hay un efecto crecimiento negativo, que parece aliviarse en el largo plazo, dado que para el modelo con tres rezagos la suma acumulada de los coeficientes de rezago da como resultado - 0,002144.

Tabla IV-19: Modelo Dell, Jones y Olken – REGION PATAGONIA

MODELO	ρ_0	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\sum_{j=0}^3 \rho_j$
1 REZAGO	-0.115691	-0.053003			-0,168694
2 REZAGOS	-0.121107	-0.069222	0.061634		-0,007588
3 REZAGOS	-0.120761	-0.069126	0.062536	-0.002690	-0,00928

MODELO	R^2	F-Stat.	p-value
1 REZAGO	0.029091	2.202287	0.114185
2 REZAGOS	0.135670	7.377387	0.000126
3 REZAGOS	0.15243	6.070068	0.000160

Para la región Patagónica, los resultados son similares a los obtenidos para la región pampeana. La incidencia acumulada es siempre negativa, pero parece no sostenerse tan fuertemente en el largo plazo. De todos modos, es difícil afirmar que existen efectos nivel que compensan resultados favorables con adversos, el efecto crecimiento sostenido en el tiempo parece ganarle siempre al efecto nivel en todas las regiones.

En todas las regiones, salvo en Cuyo, el valor de coeficiente de determinación y el nivel de significatividad aumentan a medida que aumenta el número de rezagos de la variable temperatura.

4.5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO IV: SÍNTESIS

En este capítulo fueron validados tres modelos de crecimiento económico: Modelo de *Solow Ampliado – Estimaciones a la Mankiw, Romer y Weil* (1992), *Regresiones a la Barro y Sala i Martin* (1995) y *Modelo de Dell, Jones y Olken* (2008). En los dos primeros se ha introducido la variante de incluir a la temperatura como un regresor adicional (que no es incluida en la especificación original de los modelos, por lo que podría ser considerarse dentro del término de error) mientras que la especificación del tercer modelo admite a la temperatura y a sus rezagos como variables explicativas.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del *Modelo de Solow Ampliado – Estimaciones a la Mankiw, Romer y Weil* (1992), tanto para el panel conformado por todas las provincias como para el de las cinco regiones, son satisfactorios en relación con los signos de los coeficientes de las variables explicativas relevantes para este trabajo. La variable temperatura resultó siempre significativa y con el signo esperado. La incidencia de la variable representativa de capital humano a través de la educación resultó positiva.

Por otra parte el valor del coeficiente que acompaña al PBG per cápita inicial, negativo y menor a la unidad en valor absoluto, permite avalar la hipótesis de convergencia condicional regional y provincial.

En cuanto a las *Estimaciones a la Barro y Sala i Martin* (1995) los resultados también son satisfactorios. La variable log PBG inicial es significativa y el signo de su coeficiente, negativo y menor a la unidad en valor absoluto, indica la existencia de convergencia condicional. Las variables representativas de capital humano, educación y esperanza de vida al nacer, presentan el signo esperado (positivo en ambos casos) y

son significativas. La variable temperatura resultó significativa y de signo correcto. También en este caso, el signo negativo del coeficiente del PBG inicial, y su valor absoluto inferior a uno, conducen a no descartar la hipótesis de convergencia.

En general, los resultados de los estudios empíricos efectuados ofrecen evidencia a favor de las especificaciones a la Barro como las más adecuadas para representar la realidad de las provincias argentinas. De los resultados provenientes de los coeficientes de determinación parcial, surge claramente la importancia de la temperatura en la variabilidad de la tasa de crecimiento a largo plazo: el porcentaje de incidencia sobre el crecimiento es aproximadamente igual al 2% para los estudios a nivel provincial e igual 4% a nivel regional.

La inclusión de la variable temperatura resultó acertada a los fines de la hipótesis postulada en este trabajo. Los resultados indican que su incidencia es negativa y significativa en el crecimiento del PBG per cápita a nivel regional y provincial, resultado compatible con la hipótesis. En cuanto a la incidencia del capital humano sobre el crecimiento, ya se probó en el Capítulo III que disminuye conforme aumenta la temperatura, de modo que su coeficiente positivo en un modelo de crecimiento, está indicando que su aporte sobre el crecimiento será menor en aquellas zonas geográficas con temperatura más elevadas.

El Modelo de Dell, Jones y Olken fue validado para los siguientes paneles:

- 1.- Panel conformado por las veinticuatro provincias, para el período 1980-2010
- 2.- Panel conformado por las cinco regiones en el mismo período

3.- Paneles correspondientes cada una de las regiones tomadas individualmente, cada uno de ellos conformado por las provincias de cada región, en el mismo período.

En todos los casos se consideró el modelo con uno, dos y tres rezagos de la variable temperatura

Con respecto al panel de provincias, los resultados indicaron que la temperatura tiene un efecto negativo acumulativo sobre el crecimiento, y no se detectan efectos nivel, al menos de modo significativo.

Resultados análogos se obtienen si se toma la muestra que toma el corte transversal de las cinco regiones. El efecto adverso de la temperatura es acumulativo y no reversible en el tiempo, por lo que se descartan efectos nivel significativos.

En cuanto al análisis individual por regiones, merecen destacarse los resultados para las regiones más cálidas, NEA y NOA. En particular, para la región NEA, los resultados permiten asegurar un marcado efecto crecimiento y desestimar un efecto nivel, es decir que la incidencia negativa de la temperatura en la tasa de crecimiento del PBG per cápita es claramente no reversible ante eventuales (y poco probables desde el punto de vista del cambio climático) retornos de la temperatura a sus valores iniciales.

En la región NOA el efecto crecimiento también es negativo y acumulativo. Si bien el valor acumulado correspondiente al modelo con tres rezagos está próximo a cero, los valores acumulados negativos para los modelos con uno y dos rezagos son, en valor absoluto, lo suficientemente grandes como para asegurar efecto crecimiento más que efecto nivel.

Para las regiones de Cuyo, Pampeana y Patagónica, los resultados son similares. La incidencia acumulada es siempre negativa, por lo que puede asegurarse *efecto crecimiento*, que no parece sostenerse tan fuertemente en el largo plazo. No obstante, es difícil afirmar que existen efectos nivel que compensan resultados favorables con adversos de modo que el efecto crecimiento sostenido en el tiempo supera al efecto nivel.

En síntesis, para todas las provincias y para las cinco regiones consideradas por separado, los resultados permiten afirmar que el efecto crecimiento está por sobre el efecto nivel en todos los casos.

La hipótesis de convergencia condicional provincial o regional, que puede postularse a partir de los resultados del Modelo de Solow Ampliado y de Regresiones a la Barro y Sala i Martin, así como la de convergencia absoluta entre provincias o regiones, que exige el planteo de nuevas regresiones, son temas que serán desarrollados con detenimiento en el Capítulo V.

CAPITULO V

CONVERGENCIA PROVINCIAL Y REGIONAL

5.1. INTRODUCCIÓN

La convergencia económica ha sido abordada por la literatura empírica sobre crecimiento económico como tema central. Sintéticamente puede decirse que se han desarrollado, desde el análisis empírico, dos grandes temas: la convergencia económica y los determinantes últimos de la tasa de crecimiento a largo plazo.

En los capítulos anteriores se ha tratado, tanto desde la fundamentación teórica como a partir de la evidencia empírica, la incidencia de ciertas variables sobre la tasa de crecimiento del PBG per cápita, con especial énfasis en el capital humano, a través de los canales educación y salud. En particular, se han estimado los años promedio de educación formal y la esperanza de vida al nacer como variables dependientes de la variable climática temperatura, habiéndose obtenido resultados compatibles con la hipótesis y los objetivos planteados en este trabajo.

Han sido validados tres modelos de crecimiento, en los cuales se ha considerado a la variable temperatura como un regresor que cobra

relevancia a la hora de evaluar la variación de la tasa de crecimiento del PBG per cápita, tanto a nivel provincial como regional.

En este capítulo se abordará el análisis de convergencia, tanto absoluta como condicional, entre las veinticuatro provincias y las cinco regiones que conforman los paneles de datos. Dicho análisis, de carácter empírico, se efectuará, para estudiar la convergencia condicional, tomando los resultados numéricos obtenidos en el Capítulo IV, en el que fueron probados los Modelos de Solow Ampliado con capital humano y las Estimaciones a la Barro. Para el estudio de la convergencia absoluta se requieren regresiones adicionales, cuyos resultados serán expuestos en este capítulo.

A los efectos de realizar los estudios inherentes a la convergencia económica provincial y regional, se realizará previamente una revisión de la literatura sobre convergencia.

En el próximo apartado se tratará el concepto de convergencia y se considerarán antecedentes, tanto de carácter nacional como internacional, sobre la literatura empírica de la convergencia económica.

5.2. LA CONVERGENCIA EN UNA ECONOMIA DE LARGO PLAZO

De acuerdo con *Duncan R.* y *Fuentes R.* (2005) el paradigma fundamental de la convergencia económica surge a partir del modelo de *Solow* (1956) y *Swan* (1956), que fuera formalizado casi diez años después por *Cass* (1965) y *Koopmans* (1965) en un contexto de optimización dinámica. Se sabe que este modelo predice que, dado un stock inicial de capital por trabajador, una economía converge a un

equilibrio de largo plazo en el que el producto por trabajador crece a una tasa constante e igual a la tasa de cambio tecnológico.

Durante la transición, esta economía crece por encima de esa tasa de largo plazo y se acerca asintóticamente a ella. De allí que una de las principales implicaciones de este modelo sea que el ingreso per cápita converge, en el largo plazo, a un mismo nivel para diferentes economías una vez que se consideran la tasa de ahorro, la tasa de depreciación y la tasa de crecimiento poblacional.

Dicho de otro modo, la economía más pobre crece más rápido que la economía rica. Así, el concepto de convergencia se vincula con la idea de que la economía más pobre se va acercando a la más rica en la transición dinámica hacia el estado estacionario. La tasa de crecimiento de una economía es función creciente de la diferencia entre el producto marginal del capital y la tasa de impaciencia intertemporal de los agentes. En el caso de las economías pobres, estas tienen un menor capital y, por ende, una productividad marginal más alta que las economías más ricas. De esta forma, la tasa de crecimiento de la economía más pobre, es decir, la que se encuentra más lejos del estado estacionario, es mayor. A medida que acumulan capital la productividad marginal disminuye y, por consiguiente, también lo hace la tasa de crecimiento, hasta que finalmente se alcanza la tasa de crecimiento del progreso tecnológico.

En este capítulo se estudiará el comportamiento entre provincias y regiones dentro del mismo país, Argentina. Si bien existen diferencias tecnológicas, institucionales, climáticas y otras entre regiones, esas diferencias tienden a ser más pequeñas entre regiones de un mismo país que entre grupos de países. En general ocurre que las culturas, la tecnología y las preferencias entre regiones pueden ser similares y

fundamentalmente, las provincias y regiones de un mismo país comparten instituciones, sistemas legales y un gobierno central común. Debido a esta homogeneidad, tal vez podría esperarse que haya convergencia absoluta entre regiones.

No obstante, si a las diferencias debidas a variables tales como la educación, la salud, la tasa de inversión sobre PBG, entre otras, que han sido utilizadas en los modelos validados en el Capítulo IV, se agregan las diferencias entre las temperaturas medias anuales de las regiones, las expectativas sobre la hipótesis de convergencia absoluta podrían no cumplirse.

En virtud de lo expresado en los párrafos anteriores, se definen dos tipos de convergencia: la *convergencia tipo beta* (β) y la *convergencia tipo sigma* (σ). Por otra parte, se desarrollan dos conceptos de convergencia de tipo (β): *convergencia absoluta* y *convergencia condicional o relativa*.

5.2.1. TIPOS DE CONVERGENCIA

5.2.1.1. CONVERGENCIA β (ABSOLUTA)

Se dice que existe *convergencia β* cuando las economías más pobres, y por lo tanto, las más alejadas de su nivel de producto o ingreso de largo plazo (estado estacionario) crecen más rápido, de tal forma que alcanzan el nivel de producto de las economías más ricas.

Si todos los países tienen la misma tasa de ahorro, tecnología, depreciación y crecimiento de la población, se tendrá *convergencia absoluta*, entendiendo por ello que las economías pobres crecerán más que las ricas.

Desde el punto de vista del modelo de crecimiento económico utilizado, se observa *convergencia* β cuando hay una relación negativa entre la tasa de crecimiento del producto o ingreso per cápita y el nivel inicial de dicho producto. Matemáticamente, este concepto implica encontrar un coeficiente negativo para el nivel inicial del producto en una relación lineal entre la tasa de crecimiento y dicho nivel inicial. Además, el valor absoluto de dicho coeficiente debe ser menor a la unidad.

Una forma de abordar el análisis empírico de validación de la hipótesis de convergencia es la vinculación del tipo de modelo de crecimiento con el tipo de proceso estocástico que subyace en las series de producto o ingreso. En un modelo de crecimiento exógeno en el que la variable endógena *producto en el momento t* depende de la variable endógena rezagada en un período *producto en el momento t-1*, los test tradicionales de convergencia deberían evaluar implícitamente la hipótesis de raíz unitaria en las series en primeras diferencias del producto per cápita.

Se trata de verificar la hipótesis de la presencia de raíz unitaria en un modelo AR (1), de modo tal que si se acepta dicha hipótesis el proceso no es estacionario y no habrá convergencia desde el punto de vista económico. En caso de rechazar la existencia de raíz unitaria, se estará en condiciones de aceptar la convergencia.

El análisis de convergencia absoluta requiere que se efectúe la regresión de acuerdo con la ecuación

$$\log y_{it} - \log(y_{i,t-1}) = \alpha + \beta \cdot \log(y_{i,t-1}) + u_{it} \quad [V-1]$$

de la cual se infiere que hay convergencia absoluta si el coeficiente β . toma valores comprendidos entre -1 y 0.

Para *Duncan R. y Fuentes R. (2005)* en el área empírica se dice que hay *convergencia absoluta* cuando todas las economías convergen sin considerar factores propios de ellas (políticas económicas, tasa de inversión, composición productiva, etc.), es decir, las economías más pobres siempre crecen más rápido que las más ricas. Cabe señalar que implícitamente se asume que preferencia y tecnología sean similares entre estas economías.

En general los modelos de crecimiento exógeno guardan coherencia con procesos débilmente estacionarios o procesos estacionarios en tendencia. Por lo tanto, evidencia que respalde la presencia de estacionariedad en tendencia en las series de producto es evidencia consistente con las predicciones de un modelo de crecimiento exógeno que, a su vez, predice convergencia beta. Pero la convergencia no necesariamente habrá de ser absoluta, por lo que el próximo apartado se referirá al concepto de convergencia beta condicional.

5.2.1.2. CONVERGENCIA β (CONDICIONAL O RELATIVA)

Asumir que todas las economías son iguales, en el sentido de que poseen las mismas preferencias, tecnologías e instituciones resulta un supuesto muy heroico que difícilmente se condice con base empírica alguna. Por lo tanto, resulta necesario condicionar los datos a las características particulares de cada economía, de modo tal que la verificación de la hipótesis de convergencia habrá de consistir en encontrar una correlación parcial negativa entre crecimiento y nivel inicial de renta, condicional al estado estacionario de cada economía.

De acuerdo con *Sala i Martin (2002)* pueden plantearse dos maneras de condicionar los datos: limitar el estudio a conjuntos de economías

parecidas, constituidas por individuos, instituciones, sistemas impositivos y legales parecidos, a fin de encontrar convergencia absoluta entre ese grupo de economías similares, que tenderán a acercarse al mismo estado estacionario, lo que significaría que se estarían acercando entre ellas. Podría tratarse de provincias o regiones de un mismo país. A este tipo de convergencia se la designa como β convergencia condicional y será analizada en este trabajo a nivel provincial y regional.

También *Sala i Martin* (2002) señala que la utilización de regresiones múltiples es otra manera de condicionar los datos, y ofrece la siguiente definición de convergencia condicional: *"un conjunto de economías presenta β -convergencia condicional si la correlación parcial entre crecimiento y renta inicial es negativa....si efectuamos una regresión con datos de sección cruzada del crecimiento sobre la renta inicial, manteniendo constante un cierto número de variables adicionales (que actúan como proxy del estado estacionario), y encontramos que el coeficiente de la renta inicial es negativo, entonces decimos que las economías en nuestro conjunto de datos presenta β -convergencia condicional"* (*Sala i Martin*, 2002, p.201-202).

El estudio de la convergencia condicional permite recoger las diferencias - ya sea provinciales, regionales o entre países - más significativas, entre otras la estructura productiva, la localización geográfica relativa, el clima.

Se habla de *convergencia condicional* cuando se encuentra una relación negativa entre tasa de crecimiento del producto per cápita y su nivel inicial una vez que se ha controlado por factores que condicionan el estado estacionario final. En otras palabras, las economías convergen sólo cuando se consideran los factores propios del estado estacionario hacia el cual se están moviendo. Para analizar convergencia condicional

se debe plantear una regresión como la que se postula en la ecuación [V-2]:

$$\gamma_{it} = \alpha + \beta \cdot \log(y_{i,t-1}) + \Phi \cdot x_{i,t-1} + u_{it} \quad [V-2]$$
$$-1 < \beta < 0$$

Si dos economías poseen los mismos parámetros estructurales, la que en un momento del tiempo tenga menor nivel de producto per cápita crecerá más rápido en los períodos subsiguientes. Esta es la *hipótesis de convergencia absoluta*. Si se considera que las economías son diferentes en algunos de los parámetros (tecnología, propensión a ahorrar, crecimiento poblacional) la convergencia absoluta no se verifica, puesto que los niveles de estados estacionarios son diferentes. Sin embargo, sí se verifica la *convergencia condicional* "aquellas economías que estén relativamente más lejos de su propio nivel de estado estacionario crecerán más rápido en los períodos siguientes. Una vez alcanzado dicho nivel la tasa de crecimiento es cero en todas las economías, pero los niveles son diferentes". (Willington, 1998)

5.2.1.3. CONVERGENCIA σ

Se dice que existe *convergencia σ* cuando la dispersión del producto o del ingreso per cápita, medida a través de la varianza del mismo, disminuye con el paso del tiempo. Desde el punto de vista del análisis estadístico, se verifica convergencia σ cuando la varianza de los productos o ingresos per cápita regionales o provinciales decrece de forma significativa entre el período inicial y el período final que corresponden a la muestra. La dispersión del producto per cápita entre grupos de economías tiende a reducirse con el tiempo.

La idea que subyace puede expresarse del siguiente modo: en el momento inicial existe una elevada dispersión de los productos per cápita, que obedece a la diferencia entre regiones ricas y pobres; se espera que dicha diferencia se reduzca conforme se esté llegando al final del proceso de convergencia hacia el estado estacionario. En un mundo sin shocks estocásticos, la idea implícita es la siguiente: en el momento inicial existe una elevada dispersión de los productos per cápita -debido a la diferencia entre regiones ricas y pobres- que se espera que sea menor hacia el final del proceso de convergencia al estado estacionario.

5.2.1.4. RELACIÓN ENTRE CONVERGENCIA β Y CONVERGENCIA σ

Se puede verificar que la existencia de *convergencia β (absoluta)* es *condición necesaria pero no suficiente* para la existencia de *convergencia σ* ³⁶. Por lo tanto es factible encontrar en la práctica que las economías o regiones más ricas crezcan menos que las más pobres pero que finalmente la dispersión del producto per cápita permanezca invariable en el tiempo. Se trata del caso en el que regiones que al principio sean relativamente pobres crezcan más rápido que las ricas, de forma tal que al final las sobrepasan, haciendo que la dispersión de ingresos per cápita permanezca igual a la inicial.

Al ser la *convergencia β* una condición necesaria, no es factible observar *convergencia σ* sin verificar *convergencia β* . La *convergencia σ* implica que la varianza inicial converge a una final, la cual puede ser mayor o menor que la inicial, dependiendo de si la dispersión de los productos per cápita iniciales es menor o mayor que la de estado

³⁶ Ver Sala i Martin (2002)

estacionario, la cual es, a su vez, función de los shocks que experimentan las economías.

En este trabajo el estudio de convergencia se focalizará hacia la *convergencia β* , tanto absoluta como condicional.

5.3. REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA

Se ha desarrollado una vasta evidencia empírica internacional en materia de crecimiento y convergencia. A partir de *Baumol* (1986), la literatura que aborda el tema se ha acrecentado rápidamente, por lo que han se han generado críticas diversas, tanto teóricas como empíricas, y se han propuesto métodos alternativos de estimación. *Baumol* (1986) encuentra fuerte evidencia de convergencia β absoluta y de convergencia σ para un grupo de países industrializados utilizando información desde 1870. Para un grupo de países más amplio, tomando información posterior a 1945 (Segunda Guerra Mundial) encuentra que la convergencia abarca también a países de desarrollo intermedio y a aquéllos centralmente planificados. Los resultados excluyen de este proceso a los países subdesarrollados.

Estos resultados, sin embargo, fueron criticados en *De Long* (1988), quien argumenta que la convergencia se explicaría por el sesgo de selección ex-post de los países que componen la muestra y las submuestras.

Barro (1991), con un corte transversal de 98 países, encuentra independencia entre tasa de crecimiento y producto bruto inicial, resultado que conduce a la ausencia de convergencia absoluta, para el período 1960 - 1985. Sin embargo, al condicionar por proxy del stock de

capital humano, obtiene coeficientes negativos sobre el producto inicial, que se conciben con la evidencia de convergencia condicional.

Igualmente, halla que el capital humano está asociado negativamente con la tasa de fertilidad y positivamente con el porcentaje del producto destinado a inversión, tal como sugieren algunos modelos de crecimiento endógeno: *Barro y Becker* (1989) y *Tamura* (1990) implican relaciones negativas entre capital humano y fertilidad; *Romer* (1990) y *Becker, Murphy y Tamura* (1990) proponen una asociación positiva entre capital humano e inversión.

Tanto el capital humano como la inversión contribuyen a la relación positiva entre capital humano y crecimiento: al incluir fertilidad y porcentaje del producto destinado a inversión como regresores de la tasa de crecimiento, el coeficiente del capital humano disminuye sensiblemente, pero no deja de ser significativo.

Otras variables consideradas en el trabajo son gastos en consumo del sector público, proxies de inestabilidad política y de distorsiones de precios, y *dummies* para los países africanos y latinoamericanos, variables negativamente asociadas al crecimiento.

Estas últimas variables resultaron significativas, indicando así que el modelo no captura totalmente las características de los países de estas regiones. La evidencia empírica de convergencia para regiones o estados de un mismo país hallada por *Barro y Sala-i-Martin* (1991) condujo a que la homogeneidad es mayor, en general, entre regiones de un mismo país que entre países. En ninguno de los países analizados la hipótesis de convergencia condicional es rechazada.

Mankiw, Romer y Weil (1992) realizan un análisis de convergencia condicional en el nivel de capital humano, en la tasa de ahorro y en la

tasa de crecimiento poblacional, encontrando evidencia de convergencia para las tres muestras de países utilizadas. La velocidad de convergencia estimada es, al igual que para otros autores, de alrededor del 2%.

J. Temple (1995) analiza la robustez de los resultados de *Mankiw, Romer y Weil* (1992) a cambios en las muestras, considerando la posibilidad de errores de medición. Encuentra que los resultados de convergencia y los parámetros tecnológicos derivados de estimar el modelo de *Solow* son muy sensibles a la submuestra que se considere y, por lo tanto, muy poco confiables. En particular, es posible que los resultados de *Mankiw, Romer y Weil* se expliquen por la presencia de algunos *outliers* o por diferencias entre los grupos de países más ricos y los más pobres. Al trabajar con submuestras y excluyendo *outliers* encuentra que el resultado no es robusto ni para los países de la ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (O.C.D.E.) ni para los países en desarrollo.

Si bien la evidencia empírica de aquellos trabajos que siguen la línea de *Barro y Sala-i-Martin* es homogénea, hallándose casi siempre una velocidad de convergencia beta de alrededor del 2% anual, existe también evidencia empírica que otros autores hallaron, utilizando otros métodos de estimación, que contradice decisivamente a la de *Barro y Sala-i-Martin*.

Según menciona *Garrido* (2002) los trabajos de *Barro y Sala i Martin* sobre la evidencia existente, parecerían confirmar que a nivel nacional se observa la existencia de convergencia beta condicional mientras que a nivel regional en los países avanzados la convergencia beta es absoluta. En el caso de los países de menor desarrollo también encuentran algunos ejemplos de convergencia regional.

Canova y Marcet (1995) rechaza la hipótesis de convergencia absoluta entre las regiones de la Unión Europea, encontrando que el producto bruto inicial es la variable más importante a la hora de explicar las diferencias de niveles de estado estacionario. A su vez, con la metodología propuesta por ellos, encuentran que la velocidad de convergencia condicional de cada región a su propio estado estacionario es notablemente superior a la de *Barro y Sala-i-Martin*, hallando resultados tales como 11% entre países y 23% entre regiones.

5.3.1. LITERATURA EMPÍRICA PARA ARGENTINA Y LATINOAMÉRICA

Para Argentina y Latinoamérica los trabajos disponibles no son abundantes. No obstante, puede hacerse una reseña de los mismos, como se verá a continuación.

Elías (1994) realiza un análisis de convergencia beta para Argentina, Brasil y Perú. Para el caso argentino trabaja con dos subperíodos (1880-1953 y 1953-1985), y *no encuentra convergencia absoluta para ninguno de los dos* ya que el coeficiente estimado del producto inicial tiene signo positivo. Con el objeto de analizar la convergencia condicional, condiciona sus estimaciones por niveles de capital humano y composición sectorial del producto al inicio del período y encuentra que, si bien el signo del coeficiente del producto al inicio del período se corrige, no resulta significativo.

Para el caso de Brasil tampoco halla evidencia de convergencia absoluta (períodos 1939-1975 y 1939-1980) para todos los Estados, pero sí la encuentra al introducir una dummy para los Estados del norte y noreste (más pobres). Para Perú realiza el análisis para el período 1970-

1989 y encuentra que la evidencia de convergencia absoluta es importante.

La convergencia de las regiones de Chile es analizada por *Fuentes R.* (1996), encontrando una tasa de convergencia absoluta para el período 1960-1990 del 1,6%. Al condicionar por el stock inicial de capital humano, la velocidad de convergencia aumenta a casi el 2%. La velocidad de convergencia difiere significativamente entre las distintas décadas.

Elías y Fuentes (1996), citados por *Garrido* (2002), demuestran, para las regiones chilenas, la existencia de convergencia beta con un valor similar a los encontrados en otros estudios (1,7%). Por otra parte, se estima que el ritmo de convergencia a nivel nacional y regional es muy lento pero estable y se sitúa en torno al 2%.

Porto (1994) analiza el caso de las provincias argentinas, encontrando que *no existe convergencia absoluta ni tampoco condicional* al incluir dummies regionales para el período 1953-1980.

También *Porto* (1995) estudia la hipótesis de convergencia de las provincias argentinas para el período 1980-1988 para el PBG total. Para este período, se verifica un aumento en la dispersión de producto per cápita provincial, de modo que se rechaza convergencia sigma.

Por otra parte, el análisis efectuado condujo al rechazo de la hipótesis de convergencia absoluta y al controlar por distintas variables vinculadas con los sectores públicos provinciales, no obstante haber resultado significativas, la hipótesis de convergencia condicional también fue rechazada.

Garrido N., Marina A. y Sotelsek D. (2002) realizan un análisis de convergencia desde un punto de vista transversal a nivel provincial. Con

este tipo de análisis llegan a que el desarrollo de las provincias argentinas está caracterizado por un marcado nivel de desigualdad y el proceso de convergencia es casi nulo entre las provincias argentinas, siendo además el patrón de crecimiento muy desigual.

Mitnik (1998) encuentra evidencia empírica a favor de la convergencia condicional entre las provincias argentinas, tanto para datos de panel como para estudios de corte transversal en el Modelo de Solow Ampliado con Capital Humano y en las especificaciones a la Barro.

Quinteros (2009) estudia el proceso de convergencia en las provincias argentinas entre los años 1953 y 2003. Realiza un análisis comparativo de la evidencia empírica disponible para las provincias argentinas. El desarrollo del análisis empírico sigue la metodología presentada por Barro y Sala i Martín utilizando regresiones múltiples. Finalmente acepta la hipótesis de convergencia de tipo beta luego de condicionarla por factores socio-económicos y variables representativas de capital humano.

Willington (1998) señala que "cada provincia converge a su propio estado estacionario y a una velocidad diferente del resto", por lo tanto el comportamiento es desigual. *Utrera y Koroch* (1998) y *Marina* (2001), si bien rechazan la convergencia absoluta, aceptan una convergencia condicional "una vez que se mantiene constante el nivel de alfabetismo". De los resultados de la investigación econométrica *Utrera y Koroch* (1998) concluyen que las provincias argentinas convergerían a diferentes estados estacionarios, reduciendo las brechas que las separan de éstos a una tasa de aproximadamente el 3% anual.

De lo expuesto puede inferirse que la regularidad empírica de la literatura a nivel internacional parece no corresponder con los resultados de las investigaciones para América Latina en general ni para Argentina

en particular. Por otra parte, las conclusiones acerca de la convergencia entre las provincias argentinas no son coincidentes entre los distintos autores disímiles. Es probable que la disponibilidad y la confiabilidad de los datos para Argentina y América Latina, los métodos de estimación utilizados, los diferentes períodos a los que corresponden las estimaciones de los trabajos realizados, puedan ser algunas de las causas que expliquen la obtención de resultados disímiles que no siempre avalan la hipótesis de convergencia condicional.

5.3.2. METODOLOGÍAS PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA

Las metodologías clásicas para la contrastación de las hipótesis de convergencia, tanto absoluta como condicional, de los productos per cápita utilizan datos de corte transversal y modelos de datos de panel con efectos fijos.

Según las definiciones propuestas por *Bernard y Durlauf* (1996) se puede testear la hipótesis de convergencia a partir de pruebas de raíz unitaria. Los test tradicionales de convergencia evalúan implícitamente la hipótesis de raíz unitaria en las series de producto per cápita. A pesar que bajo la hipótesis nula los estadísticos utilizados no tienen distribuciones asintóticas ni valores críticos estándares, la gran mayoría de los trabajos sobre el tema los emplean con los consiguientes problemas de inferencia.

De acuerdo con *Duncan y Fuentes* (2005) una crítica válida al enfoque de regresiones entre tasa de crecimiento del PIB per cápita y el PIB per cápita inicial es que, bajo la hipótesis nula de no convergencia, el test realizado no presenta una distribución estándar y, por consiguiente, hacer una comparación usando los estadísticos tradicionales y valores

críticos asociados puede llevar a resultados erróneos. En definitiva, no puede asegurarse que el estadístico de prueba en cuestión se distribuya de acuerdo a una t-Student bajo la hipótesis nula, por lo que algunos autores proponen efectuar un test de raíz unitaria tipo *Dickey-Fuller* Aumentado para paneles de datos, semejante a la ecuación [V-1]:

$$\log y_{i,t} - \log y_{i,t-1} = \Delta_{i,t} = s + \beta \cdot \log y_{i,t-1} + u_{i,t} \quad [V-3]$$

En caso de que el coeficiente del producto rezagado en un período que figura como variable explicativa en el lado derecho de la ecuación [V-3] sea igual a 0 se estará en presencia de raíz unitaria para la serie del producto per cápita, y por lo tanto, de un proceso "random walk", que contradice la hipótesis de convergencia.

Por otra parte *Garrido* (2002) utiliza la metodología de la *dinámica de las distribuciones* del producto bruto geográfico de las provincias para estudiar la convergencia en las provincias argentinas, obteniendo con esta metodología la aceptación de la hipótesis de convergencia, que fuera rechazada con la aplicación de las metodologías tradicionales.

5.4. ESTUDIOS EMPÍRICOS

En este trabajo se analizará tanto la *convergencia tipo beta absoluta como la convergencia condicional*, para los paneles conformados por las veinticuatro provincias y las cinco regiones, durante el período 1980-2010, tomando los resultados de las estimaciones de los modelos del Capítulo IV, para aquellos casos en los que los valores obtenidos permiten avalar la hipótesis de convergencia condicional. Dicho análisis

se realizará a partir del valor del coeficiente del logaritmo del PBG per cápita inicial que figura en el lado derecho de la regresión en [V-2].

El análisis de convergencia absoluta se realizó teniendo en cuenta los valores de los coeficientes beta y de la presencia de raíces unitarias en las regresiones efectuadas de acuerdo a las expresiones [V-1] y [V-3].

Se calculará la velocidad de convergencia de acuerdo con la fórmula de cálculo [V-10] postulada por *Sala i Martin* (2002) y la cantidad de años necesarios para cubrir la mitad de la brecha hacia el estado estacionario. Finalmente se expondrán las conclusiones sobre los resultados obtenidos.

5.4.1. CONVERGENCIA ABSOLUTA

Para detectar la presencia de convergencia absoluta, se ha estimado la ecuación [V-1] tanto para el panel conformado por las provincias como para el panel de las regiones. Se emplearon dos métodos:

a) Análisis del valor absoluto del coeficiente que acompaña al logaritmo del PBG per cápita en el momento $t-1$, a partir del cual se calculará, en caso de ser posible, la velocidad de convergencia y el número de años necesario para cubrir la mitad de la brecha hacia el estado estacionario.

b) Test de la raíz unitaria

5.4.1.1. ENTRE PROVINCIAS

Tabla V-1: Convergencia absoluta .Panel Provincias. Coeficiente beta. MCO

Variable dependiente: tasa de crecimiento en el PBG per cápita

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T- STATISTIC	PROB.
LOG(PBG PER CAPITA INICIAL)	0.079416	0.008644	9.187973	0.0000
C	-0.382044	0.049041	-7.790346	0.0000
R ² = 0.105205 F-stat=84.41885 Prob. (F-stat) = 0.0000				

Se observa que el valor del coeficiente beta, si bien es inferior a la unidad, presenta signo positivo, y es significativo, resultado que conduce al rechazo de la hipótesis de convergencia absoluta entre las provincias argentinas.

Tabla V-2: Raíz unitaria - Panel provincias

METODO	STATISTIC	PROB.**	SECCIONES	OBS
LEVIN, LIN & CHU T*	1.01439	0.8448	24	744

De acuerdo con el test de *Levin, Lin y Chut*, utilizado para detectar la presencia de raíz unitaria en modelos con datos de panel, se acepta la hipótesis nula que postula la presencia de raíz unitaria en la serie del PBG per cápita, resultado que también conduce a rechazar la hipótesis de convergencia absoluta en este caso.

5.4.1.2. ENTRE REGIONES

Tabla V-3: Convergencia absoluta. Panel regiones. Coeficiente β . MCO
Variable dependiente: tasa de crecimiento en el PBG per cápita

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T- STATISTIC	P- value
LOG(PBG PER CAPITA INICIAL)	0.123317	0.013405	9.199180	0.0000
C	-0.638096	0.077060	-8.280559	0.0000
R ² = 0.363783 F-stat= 84.62491 Prob. (F-stat) = 0.0000				

Análogamente, el valor del coeficiente beta es positivo y significativo, por lo que debe rechazarse la hipótesis de convergencia absoluta entre regiones.

Tabla V-4: Raíz unitaria - Panel regiones

METHOD	STATISTIC	P-value	CROSS- SECTIONS	OBS
LEVIN, LIN & CHU T*	-0.14489	0.4424	5	155

En este caso también se rechaza la convergencia absoluta entre regiones puesto que mediante la aplicación del test de Levin, Lin y Chut no se rechaza la presencia de raíz unitaria.

5.4.2. CONVERGENCIA CONDICIONAL: RESULTADOS SEGÚN MODELO DE SOLOW AMPLIADO CON CAPITAL HUMANO

5.4.2.1. PANELES ANUALES

5.4.2.1.1. ENTRE PROVINCIAS

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla IV-2, puede predecirse convergencia condicional para las provincias puesto que el

valor del coeficiente del PBG per cápita inicial, igual a - 0.05515, es negativo y menor a la unidad en valor absoluto.

A continuación se calcula la velocidad de convergencia y la cantidad de años necesarios para cubrir la mitad de la brecha con el estado estacionario.

La velocidad de convergencia se calculó con la fórmula:

$$\lambda = -\frac{\ln(1 - \hat{\beta}T)}{T} \quad [V-4]$$

donde T es la longitud del período de estimación. En este caso T es igual a 1.³⁷

Mediante la aplicación de dicha fórmula se obtuvo como resultado $\lambda=0,05673$. Para calcular los años necesarios para cubrir la mitad de la brecha hacia el estado estacionario se utilizó la expresión³⁸ que se exhibe en la ecuación [V-5]:

$$k = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad [V-5]$$

donde k representa el número de años. Se obtuvo como resultado:

k = 12, 21 años.

Es decir que, para este caso, la velocidad obtenida es del 5,6% y la mitad de la brecha lapso es de aproximadamente doce años.

³⁷ Sin pérdida de generalidad T puede ser igual a 1. En ese caso, si T tiende a cero, la velocidad de convergencia tiende al valor del parámetro beta.

³⁸ Ver Barro y Sala y Martín (1995)

5.4.2.1.1. ENTRE REGIONES

De la Tabla IV-4, surge que el valor del coeficiente beta es igual a - 0.002659, lo que permite afirmar que el modelo predice convergencia condicional entre regiones.

La velocidad de convergencia y la cantidad de años necesarios para cubrir la mitad de la brecha con el estado estacionario, resultan

$$\lambda = 0,26\% \quad \text{y } k = 260,59 \text{ años respectivamente.}$$

La velocidad de convergencia es muy lenta, igual al 0.26% y el resultado arrojado para la brecha es un lapso tan extremadamente largo que conduce a rechazar la convergencia condicional.

5.4.2.2. PANELES QUINQUENALES

5.4.2.2.1. ENTRE PROVINCIAS

En este caso la duración del período de estimación T es igual a 5 años. La velocidad de convergencia y la cantidad de años resultan

$$\lambda = 5,927\% \quad \text{y } k = 11 \text{ años respectivamente.}$$

5.4.2.2.2. ENTRE REGIONES

La velocidad de convergencia y la cantidad de años resultan

$$\lambda = 0,74\% \quad \text{y } k = 93.66 \text{ años respectivamente.}$$

Los resultados para las provincias con paneles quinquenales y anuales resultan similares; de acuerdo con ellos se puede esperar convergencia a nivel provincial en un lapso total de aproximadamente 24 años. Los resultados para las regiones con ambos paneles, si bien no son similares desde el punto de vista del resultado numérico, conducen a las mismas conclusiones: arrojan lapsos suficientemente largos que no permiten afirmar la existencia de convergencia condicional a nivel regional.

Los resultados obtenidos con las estimaciones a la MRW no parecen ser muy satisfactorios, ya que en uno de los casos la velocidad de convergencia es muy alta y el lapso muy breve, y en el otro la velocidad es muy lenta y el periodo, extremadamente largo, permite concluir que no puede predecirse convergencia condicional entre regiones.

5.4.3. CONVERGENCIA CONDICIONAL: RESULTADOS SEGÚN REGRESIONES A LA BARRO Y SALA I MARTIN

5.4.3.1. PANELES ANUALES

5.4.3.1.1. ENTRE PROVINCIAS

Los resultados de las regresiones a la Barro para el panel de provincias arrojaron un coeficiente del log PBG per cápita inicial igual a -0.02618 (Tabla IV-7) lo que permite nuevamente aceptar la hipótesis de convergencia condicional. Se calcularon la velocidad de convergencia y los años para cubrir la mitad de la brecha hasta el estado estacionario. Se obtuvieron los resultados $\lambda=2,6\%$ y $k=26,10$ respectivamente.

5.4.3.1.2. ENTRE REGIONES

La Tabla IV-8 arroja un valor del coeficiente del PBG inicial igual a - 0.044535. Este resultado también conduce a la aceptación de la hipótesis de convergencia condicional entre regiones.

Para este caso, la velocidad de convergencia es igual a $\lambda=0,04555$ y $k = 15,23$ son los años necesarios para cubrir la mitad de la brecha hacia el estado estacionario.

Para paneles anuales se obtienen, a partir de las estimaciones a la Barro, resultados más razonables que con las estimaciones a la MRW. Tanto para las provincias como para las regiones se obtienen valores de la velocidad de convergencia similares a los obtenidos por la literatura empírica. Como consecuencia la longitud de la mitad de la brecha (26 años para las provincias y 15 años para las regiones) también arroja resultados que permiten confirmar la convergencia condicional, ya sea provincial o regional, en un lapso razonable.

5.4.3.2. PANELES QUINQUENALES

5.4.3.2.1. ENTRE PROVINCIAS

La velocidad de convergencia es igual a $\lambda=1,31\%$ y $k = 52,91$ son los años necesarios para cubrir la mitad de la brecha.

5.4.3.2.2. ENTRE REGIONES

La velocidad de convergencia es igual a $\lambda=3,65\%$ y $k = 19$ son los años necesarios para cubrir la mitad de la brecha.

Para las regresiones efectuadas con paneles quinquenales los valores obtenidos indican que la velocidad de convergencia para las provincias es de 1,31% y para las regiones es de 3.65%. El número de años necesarios para alcanzar la mitad de la brecha hacia el estado estacionario resulta igual a 53 y 19 años respectivamente.

Los resultados obtenidos en 5.4.2. y 5.4.3.2. se resumen en las TABLA V-5 y V-6

Tabla V-5: PANEL PROVINCIAS - VALORES DE β, λ y k

	1 AÑO			5 AÑOS		
	β	λ	k	β	λ	k
SOLOW	-0,05515	5,67%	12,21	-0,05130	5,92%	11,69
BARRO	-0,02618	2,65%	26,16	-0,01275	1,31%	52,91

Tabla V-6: PANEL REGIONES - VALORES DE β, λ y k

	1 AÑO			5 AÑOS		
	β	λ	k	β	λ	k
SOLOW	-0,00265	0,26%	260,59	-0,00730	0,74%	93,66
BARRO	-0,04453	4,55%	15,23	-0,03337	3,65%	19

En general los resultados obtenidos mediante las regresiones a la Barro aparecen como más aceptables que los obtenidos por estimaciones a la MRW, en concordancia con los resultados a favor del Modelo de Barro provenientes de las estimaciones realizadas en el Capítulo IV.

5.5. CONCLUSIONES SOBRE LA HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA

Con respecto a la existencia de convergencia absoluta, tanto entre provincias como entre regiones, los dos métodos utilizados para su análisis conducen al rechazo de la hipótesis que postula este tipo de convergencia, coincidiendo con los resultados obtenidos por otros autores.

En las regresiones estimadas con ambos paneles, los signos de los coeficientes que acompañan al log del PBG per cápita inicial son positivos, y el regresor resulta significativo.

Cuando se aplica el test de raíz unitaria de Levin, Lin y Chut, se llega a la misma conclusión ya que la prueba conduce al rechazo de la hipótesis de estacionariedad de la serie del PBG per cápita, tanto para a nivel provincial como regional. Las series consideradas presentan raíz unitaria, son del tipo *random walk*, por ende, se rechaza la hipótesis de convergencia.

Por lo tanto con ambos métodos se descarta la hipótesis de convergencia absoluta entre provincias y regiones.

Las características diferentes entre regiones, entre las cuales se incluye a la temperatura, variable sobre la cual se ha focalizado todo el trabajo de tesis, parecen no admitir la posibilidad de que las regiones más pobres, que en general registran temperaturas medias anuales más elevadas, crezcan más rápidamente que las ricas, que registran temperaturas inferiores, a fin de alcanzar, idealmente, el mismo estado estacionario. En cuanto a la convergencia condicional, se estudiaron los resultados provenientes del *Modelo de Solow Ampliado* y de *Estimaciones a la Barro y Sala i Martin*.

En todos los casos, de acuerdo con los valores obtenidos para los coeficientes del PBG per cápita inicial en todas las regresiones, se puede aceptar la hipótesis de convergencia condicional. No obstante, es de sumo interés analizar los valores obtenidos para las velocidades de convergencia y la cantidad de años necesarios para cubrir la mitad de la brecha hacia el estado estacionario en cada caso. Se calculó la velocidad de convergencia y la mitad de la brecha, tanto para datos anuales como para panes quinquenales. Los resultados se resumieron en la Tabla V-5.

Los valores provenientes de la aplicación del *Modelo de Solow Ampliado* indican que la velocidad de convergencia para datos anuales y quinquenales es igual a 5,67 % y 5,9% respectivamente para las provincias; para las regiones 0,26% y 0,74%. A partir de las velocidades de convergencia se calculó el número de años para cubrir la mitad de la brecha hacia el estado estacionario: se obtienen resultados similares para las provincias para ambos paneles (aproximadamente 12 años). No sucede lo mismo para las regiones; no obstante, los resultados parecen ser más coherentes, y la media brecha, igual a 260 y 94 años respectivamente, resulta lo suficientemente amplia como para concluir que la probabilidad de que exista convergencia condicional entre regiones es casi nula.

Las *Estimaciones a la Barro* arrojan resultados más favorables. Se acepta la convergencia condicional entre provincias y regiones. Para las provincias las velocidades de convergencia resultan iguales a 2,65% y 1,31% para paneles anuales y quinquenales respectivamente, valores que se corresponden con medias brechas de 26 y 53 años en cada caso. Para las regiones las velocidades resultan iguales a 4,5% y 3,6% y los años necesarios para cubrir la mitad de la brecha hacia su propio estado estacionario son de 15 y 19 años respectivamente. Los estudios empíricos realizados en esta tesis para las estimaciones a la Barro que

incluyen a la temperatura como variable de control en el modelo conducen a la aceptación de la hipótesis de convergencia condicional entre provincias y regiones argentinas.

Es importante aclarar que los estudios sobre convergencia regional y provincial se han considerado de carácter complementario al desarrollo llevado a cabo en los capítulos anteriores. Un análisis más profundo sobre la convergencia en Argentina se considera fuera del alcance de los objetivos de esta tesis.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

6.1. SÍNTESIS Y REFLEXIONES FINALES

El trabajo realizado pone de manifiesto que la temperatura es una variable relevante a la hora de estudiar el crecimiento económico regional y provincial para la República Argentina. Se focalizó la atención en el estudio sobre la incidencia de la variable temperatura sobre el capital humano en forma de educación y de salud y se consideró la importancia de incluir a la temperatura como variable explicativa en la especificación de modelos tradicionales de crecimiento económico, que no la incluyen en su especificación original.

En el transcurso de la investigación se persiguió un objetivo principal y tres objetivos específicos, que fueron señalados en el **Capítulo I**. Se planteó la hipótesis y se formuló el objeto de estudio.

El objeto de estudio de la tesis es el crecimiento económico en Argentina, analizado desde la perspectiva de su sensibilidad a la variable temperatura y a otras variables tradicionalmente utilizadas en los modelos de crecimiento. Se postuló que el aumento de la *temperatura* incide desfavorablemente en el crecimiento económico a largo plazo y su influencia es negativa en variables representativas de capital humano, en forma de educación y de salud.

Se propuso un estudio a nivel provincial y regional, basado en la comparación de regiones de la República Argentina que presentan diferencias en sus temperaturas medias anuales. Se utilizaron datos de panel cuya dimensión temporal de treinta un años, abarcó el período 1980-2010. Dicha serie temporal fue combinada con datos de corte transversal de tres tipos:

a) Corte transversal por provincias: Veinticuatro provincias

(veintitrés provincias y Ciudad Autónoma de Buenos Aires);

b) Corte transversal por regiones: Cinco regiones (Noroeste , Noreste, Cuyo, Pampeana y Patagónica);

c) Corte transversal para cada región individual: Para cada una de las regiones tomadas por separado, considerando como corte transversal a las provincias componentes de la región.

Se realizaron estimaciones con datos de panel para períodos anuales y quinquenales.

Se expusieron los antecedentes sobre el tema y se citaron trabajos de diversos autores, en los que se vinculan las características geográficas de regiones o países con el crecimiento económico de las mismas. Las opiniones no son coincidentes: en algunos casos se concluye que las características geográficas, ente ellas las variables climáticas, inciden sobre el crecimiento y en otros, la evidencia empírica indicó que la geografía y en particular, las variables climáticas, no son significativas para explicar el crecimiento.

Al respecto, Nordhaus (2006), citado por Stern (2007, p.31) ha llegado recientemente a la conclusión de que "la geografía tropical tiene

un efecto negativo sustancial sobre la densidad de producción per cápita y sobre la producción per cápita comparada con la de las regiones templadas”.

Asimismo *Rehdanz K. and Maddison D.* (2004) demostraron que el clima tiene influencia en el estado subjetivo de bienestar, definido como la brecha entre las aspiraciones de las personas y sus verdaderos logros. Tomaron una muestra de sesenta y siete países, y llegaron a la conclusión de que la población prefería temperaturas medias más altas en los países muy fríos y temperaturas medias más bajas en los más cálidos. *Gallup, Sachs y Mellinger* (1998) concluyen que tanto la geografía como las instituciones políticas y económicas son determinantes del desarrollo.

Rodrik, Subramanian y Trebbi (2002, p. 12,13 y 36) concluyen que existe un efecto directo importante de la geografía en el ingreso per cápita vía las instituciones. *Easterly y Levine* (2002) concluyen que la geografía es un determinante del crecimiento económico.

Se puso énfasis en marcar la diferencia entre sistema climático, clima y cambio climático. En otras palabras y a los efectos de los estudios empíricos, el clima está asociado a series de corte transversal y el cambio climático a series de corte temporal. Las diferencias más marcadas se encuentran cuando se trabaja con series de corte transversal o con datos de panel, es decir que son más relevantes las diferencias en el *clima* entre las entre regiones o provincias que las modificaciones producidas por el *cambio climático*.

En el **Capítulo I** se anticipó el desarrollo de la tesis, haciendo referencia a los temas que serían tratados en cada capítulo.

El **Capítulo II** se destinó a efectuar una revisión teórica de los modelos de crecimiento, tanto de los modelos tradicionales como de los nuevos modelos que incluyen variables climáticas. En algunos casos se presentaron las ecuaciones que rigen su comportamiento. Se propuso la utilización del *Modelo de Solow Ampliado con Capital Humano* (1992), *Regresiones a la Barro y Sala i Martin* (1995) y *Modelo de Dell, Jones y Olken* (2008). Se indicaron las variables endógenas y explicativas que serían utilizadas. Se mencionaron las herramientas estadísticas y econométricas que serían empleadas en el análisis empírico posterior. Hacia el final del capítulo se efectuó una breve referencia al tema de la convergencia económica, que sería luego tratado en el Capítulo V.

El **Capítulo III** fue dedicado en su totalidad a la estimación del capital humano, tanto en forma de educación como de salud, considerado como variable dependiente de las variables explicativas: ingreso per cápita familiar, años promedio de educación formal de los padres y temperatura media anual, tanto de las provincias como de las regiones argentinas.

Se indicó la metodología utilizada para los estudios empíricos y se realizó una revisión de la literatura empírica del crecimiento, en la que se mencionaron los problemas y limitaciones con las que habitualmente tropieza el investigador cuando se propone trabajar con series empíricas.

En un primer análisis en el que se tomó a la temperatura como única variable explicativa, en las regresiones simples *educación vs temperatura*, tanto para el panel conformado por todas las provincias como para los paneles correspondientes a cada una de las regiones, siempre se obtuvo signo negativo para el coeficiente de la variable temperatura y un valor p tan pequeño que permitió validar la hipótesis

de su significatividad. Resultados análogos se obtuvieron en las regresiones simples *esperanza de vida al nacer vs temperatura*.

6.2. CONCLUSIONES

6.2.1. CAPITAL HUMANO Y TEMPERATURA: CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO III

La primera conclusión importante a la que se arriba es que efectivamente **la temperatura, cuanto más elevada, afecta al capital humano, tanto en forma de educación como de salud**. Si bien en los modelos de crecimiento el capital humano suele aparecer con signo positivo, la incidencia negativa indirecta de la temperatura sobre el crecimiento se infiere a partir de que el capital humano está influido por la temperatura, y su incidencia positiva sobre el crecimiento será menor cuanto más elevada sea la temperatura.

Las regresiones múltiples tanto de datos de panel como de corte transversal, ya sea para las provincias como para las regiones, arrojaron resultados satisfactorios: los coeficientes de las variables *ingreso per cápita familiar, educación promedio de los padres y temperatura* resultaron del signo esperado y las pruebas estadísticas permitieron asegurar que las variables elegidas son significativas. Para las dos primeras variables el signo fue positivo y para la *temperatura*, negativo, resultado compatible con lo postulado por la hipótesis.

Es posible, entonces, asegurar que la temperatura, aún tomada en forma conjunta con otros regresores, sigue manteniendo su signo

negativo lo que permite corroborar que afecta de modo desfavorable al capital humano e indirectamente, al crecimiento económico.

Para llevar a cabo un análisis comparativo entre regiones, se realizaron pruebas de Análisis de la Varianza de un factor y la Prueba de Tuckey de comparaciones múltiples.

El análisis de la varianza de un factor condujo al rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias para las tres variables: temperatura, educación y salud. Es posible afirmar que existen diferencias entre pares de medias, ya sea que se trate de temperaturas, años de escolaridad o esperanza de vida al nacer. La evidencia empírica indicó que las regiones presentan diferencias en las tres variables. Los resultados de las pruebas de Tuckey permitieron detectar entre qué pares de regiones se observan diferencias significativas para cada una de las variables.

En la comparación de temperaturas medias los resultados obtenidos permiten concluir que no existe diferencia significativa entre las temperaturas medias de las regiones más cálidas NOA y NEA, mientras que para los restantes pares de regiones las diferencias pueden considerarse significativas para un nivel de significación inferior al 5%.

En cuanto a la comparación de medias referidas a los años promedio de educación formal del individuo no se observan diferencias significativas entre los siguientes pares de regiones: NOA y NEA, PATAGONIA y CUYO, PAMPEANA Y CUYO. Se detectan diferencias en los pares: NOA y PATAGONIA, NOA y PAMPEANA, NEA y PATAGONIA, NEA y PAMPEANA, NEA y CUYO, PATAGONIA y PAMPEANA. Apoyando la hipótesis de este trabajo, tales diferencias se deben en parte a diferencias de temperatura entre dichos pares de regiones.

Con respecto a los resultados de la comparación de medias referidas a la esperanza de vida al nacer, no se observan diferencias significativas entre los siguientes pares de regiones: NOA y NEA, PATAGONIA y CUYO, PAMPEANA y CUYO, PAMPEANA y PATAGONIA. En los pares NOA y PATAGONIA, NOA y PAMPEANA, NOA y CUYO, NEA y PATAGONIA, NEA y PAMPA, NEA y CUYO, se detectan diferencias significativas al nivel 5%.

Del análisis comparativo para las variables años de educación del individuo y esperanza de vida al nacer, se destaca fundamentalmente las diferencias que se detectan entre las regiones con temperaturas medias marcadamente distintas, conclusión que refuerza la hipótesis de la incidencia de la temperatura sobre el capital humano, ya sea en forma de educación o en forma de salud.

6.2.2. MODELOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO: CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO IV

Fueron validados los siguientes modelos: *Modelo de Solow Ampliado con Capital Humano* (1992), *Regresiones a la Barro y Sala i Martin* (1995) y *Modelo de Dell, Jones y Olken* (2008). Para las estimaciones se utilizó modelo de datos de panel con efectos fijos que permite corregir heteroscedasticidad por el método de White y el Método de los Momentos Generalizados para la estimación de los parámetros de los modelos, que atenúa las consecuencias no deseadas de la aplicación del Método de Cuadrados Mínimos cuando no se cumplen los supuestos de Gauss Markov. Los modelos fueron validados para paneles con datos anuales y también con datos quinquenales, como es usual en la literatura empírica sobre crecimiento económico.

En el *Modelo de Solow Ampliado* (1992) y *Regresiones a la Barro y Sala i Martin* (1995) se agregó explícitamente a la temperatura como regresor, aislándola de este modo del término de error en el que estaría implícita dicha variable en las especificaciones originales de los modelos. En cuanto a la especificación del *Modelo de Dell, Jones y Olken* (2008), se trata de un modelo autorregresivo que utiliza explícitamente como regresores a la variable temperatura y sus rezagos.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la aplicación del *Modelo de Solow Ampliado* se concluye que la temperatura incide negativamente sobre el crecimiento económico y la influencia positiva de la variable *educación* sobre el crecimiento se ve debilitada por la incidencia negativa de la temperatura sobre los años de educación formal, de acuerdo con los resultados obtenidos en el Capítulo III.

Mediante las *Estimaciones a la Barro y Sala i Martin* se llega a conclusiones similares ya que las variables representativas de capital humano, educación y esperanza de vida al nacer, presentan el signo esperado (positivo en ambos casos) y son significativas. La variable temperatura resultó significativa y de signo correcto (negativo).

En general, los resultados de las *Estimaciones a la Barro* son más satisfactorios que los obtenidos para el *Modelo de Solow Ampliado*. Se concluye entonces que las *Estimaciones a la Barro* producen un mejor ajuste para datos de las provincias argentinas.

En este capítulo se calcularon, para los paneles quinquenales, los coeficientes de determinación parcial entre la variable endógena tasa de crecimiento y cada una de las variables explicativas. Para las estimaciones a la Barro se obtuvo un **coeficiente de determinación parcial entre el crecimiento y la temperatura igual al 2% para el**

caso de las provincias e igual al 4% para el caso de las regiones, manteniendo constantes los demás regresores.

Se puede enunciar entonces la conclusión más importante a los efectos de de las hipótesis de este trabajo: la temperatura es responsable de una proporción importante de la variabilidad de la tasa de crecimiento a largo plazo a nivel provincial y regional. Por otra parte, dado que se ha probado su incidencia desfavorable sobre el crecimiento, el aumento de la temperatura explica, de acuerdo a los resultados de este trabajo, entre el 2% y el 4% de la variabilidad en sentido negativo, de la tasa de crecimiento del PBG per cápita, manteniendo constantes los demás regresores.

En cuanto al análisis de la convergencia, el valor del coeficiente que acompaña al PBG per cápita inicial, negativo y menor a la unidad en valor absoluto, tanto en *Solow* como en *Barro*, permite validar la hipótesis de convergencia condicional a nivel regional y provincial.

El *Modelo de Dell, Jones y Olken* fue validado para tres tipos de paneles:

- 1.- Panel conformado por las veinticuatro provincias
- 2.- Panel conformado por las cinco regiones
- 3.- Paneles correspondientes cada una de las regiones tomadas individualmente, cada uno de ellos conformado por las provincias de cada región.

De acuerdo con la especificación del modelo se consideró para el análisis empírico el modelo con uno, dos y tres rezagos de la variable temperatura.

Con respecto al panel de provincias, los resultados indicaron que la temperatura tiene un efecto negativo acumulativo sobre el crecimiento, y no se detectaron efectos nivel que merezcan ser tenidos en cuenta. Resultados análogos se obtuvieron cuando se tomó el panel de las cinco regiones. El efecto adverso de la temperatura siempre resultó acumulativo y no reversible en el tiempo, y se descartaron efectos nivel.

El análisis individual por regiones arrojó resultados interesantes y compatibles con la hipótesis. Para la región NEA, los resultados exhiben un marcado efecto crecimiento de modo que la incidencia negativa de la temperatura en la tasa de crecimiento del PBG per cápita es no reversible ante eventuales retornos de la temperatura a sus valores iniciales.

En la región NOA el efecto crecimiento también es negativo y acumulativo. Si bien el valor acumulado correspondiente al modelo con tres rezagos está próximo a cero, los valores acumulados negativos para los modelos con uno y dos rezagos son, en valor absoluto, lo suficientemente grandes como para asegurar la primacía del efecto crecimiento sobre efecto nivel.

Para las regiones de Cuyo, Pampeana y Patagónica, se obtuvieron resultados similares. La incidencia acumulada es siempre negativa, lo que permite asegurar efecto crecimiento. Pero dicho efecto parece no ser sostenible en el largo plazo. Sin embargo, los resultados no son lo suficientemente categóricos como para afirmar que existen efectos nivel que compensen resultados favorables con adversos, de modo que el *efecto crecimiento sostenido en el tiempo siempre supera al efecto nivel*.

En síntesis, para todas las provincias y para las cinco regiones consideradas individualmente, se concluye que el efecto

crecimiento de la temperatura es siempre adverso y más fuerte que el efecto nivel en todos los casos.

6.2.3. CONCLUSIONES ACERCA DE LA HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA

El Capítulo V se inició con una revisión de los conceptos de convergencia. El interés se focalizó en estudiar la convergencia beta absoluta y condicional. La literatura empírica para Argentina presenta resultados diversos; algunos autores obtienen resultados a favor de la convergencia entre regiones y/ o provincias, mientras que para otros los resultados provenientes de los estudios empíricos no validan la hipótesis de convergencia.

La convergencia condicional, provincial o regional, se postuló a partir de los resultados del *Modelo de Solow Ampliado y Regresiones a la Barro y Sala i Martin* obtenidos en el Capítulo IV.

Se utilizaron dos métodos para probar la convergencia absoluta: el análisis del signo y valor absoluto del coeficiente estimado del PBG inicial y la prueba de raíz unitaria para la serie del log del PBG per cápita. Tanto para el panel de provincias como para el de regiones, ambos métodos condujeron al rechazo de la hipótesis de convergencia absoluta.

Con respecto a la convergencia condicional, se estudiaron los resultados provenientes del Modelo de Solow y de Estimaciones a la Barro. .Cc la hipótesis de convergencia condicional tanto a nivel regional como provincial.

Los valores provenientes de la aplicación del *Modelo de Solow Ampliado* indican que la velocidad de convergencia para datos anuales y quinquenales es igual a 5,67 % y 0,59% respectivamente para las provincias; para las regiones 0,26% y 0,74%. Con respecto a la mitad de la brecha para alcanzar el estado estacionario se obtienen resultados similares para las provincias en ambos paneles, de aproximadamente 12 años. Para el caso de las regiones la media brecha resulta igual a 260 y 94 años respectivamente, valores que permiten concluir que la probabilidad de que exista convergencia condicional entre regiones es muy baja.

Mediante las *Estimaciones a la Barro* se acepta la convergencia condicional entre provincias y regiones. Para las provincias las velocidades de convergencia resultan iguales a 2,65% y 1,31% para paneles anuales y quinquenales respectivamente y los valores de las medias brechas iguales a 26 y 53 años en cada caso. Para las regiones las velocidades resultan iguales a 4,5% y 3,6% y los años necesarios para cubrir la mitad de la brecha hacia su propio estado estacionario son de 15 y 19 años respectivamente.

Si se focaliza la atención en los resultados de las estimaciones a la Barro se concluye que puede aceptarse la hipótesis de convergencia condicional entre provincias y regiones argentinas.

6.3. APOORTE REALIZADO Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El trabajo realizado, que focalizó su atención en la variable climática temperatura y su incidencia sobre el capital humano y el crecimiento económico, pretende ser una contribución a la literatura empírica del crecimiento, acerca de los factores que influyen en el crecimiento económico regional y provincial de la República Argentina.

La evidencia empírica indica que la variable temperatura no debe ser desdeñada a la hora de analizar las diferencias en el crecimiento económico regional y provincial.

Se validaron los siguientes modelos:

- 1.- Modelo de Solow Ampliado con Capital Humano (1992)
- 2.- Estimaciones a la Barro y Sala i Martin (1995)
- 3.- Modelo de Dell, Jones y Olken (2008)

Estos modelos han sido, en general, probados para series de corte transversal o paneles conformados por países. En la mayoría de los estudios empíricos efectuados con los dos primeros modelos, no se incluyó a la temperatura como regresor.

En este trabajo se han aplicado los modelos citados a paneles conformados por provincias y regiones argentinas, y se le ha asignado especial importancia a la variable climática temperatura. Se probó que su incidencia sobre el capital humano, ya sea en forma de salud como de educación es notable y su participación en la variabilidad del crecimiento a largo plazo, medida a través de los coeficientes de determinación parcial calculados en el Capítulo IV debe ser tomada en cuenta a la hora de medir la tasa de crecimiento para Argentina.

Las Estimaciones a la Barro mostraron ser el mejor ajuste para los datos utilizados, que permitieron también validar la hipótesis de convergencia condicional entre provincias y regiones. La convergencia absoluta fue rechazada en todos los casos. En cuanto al Modelo de Dell, Jones y Olken los resultados ofrecidos por la evidencia empírica indicaron que la temperatura tiene un efecto negativo acumulativo sobre el crecimiento, y no se detectan efectos nivel de carácter significativo, tanto para provincias como para regiones argentinas.

La investigación realizada abre interrogantes que pueden plantearse en el futuro. Una posible línea de investigación es la de efectuar el análisis incorporando otras variables climáticas, además de la temperatura. La humedad y las precipitaciones aparecen como importantes.

A las inquietudes surgidas con la realización de esta tesis, pueden destinarse futuros esfuerzos para continuar el camino iniciado y contribuir a una comprensión más amplia de la incidencia del clima en el crecimiento económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Acemoglu, D, Johnson, S. y Robinson J. (2002). *Reversal of Fortune: Geography and Institutions in the Making of the World Income Distribution*, " NBER Working Paper.
- Aghion P. y Howitt P. (1999). *Endogenous Growth Theory*. MIT Press. Cambridge. Massachusetts. London. England.
- Aghion P., Howitt P. and Murin F. (2010). *The relationship between health and growth: When Lucas meets Nelson-Phelps*. MIT Press. Cambridge. Massachusetts. London. England
- Aguilera Arilla, M. *El envejecimiento de la población en Aragón*. En Estudios Geográficos. Tomo LVII, Nº 225. CSIC. Instituto de Economía y Geografía Aplicadas. Madrid. 1996. Pp. 573-595.
- Alban d'entremont y Pérez A (1999) *Desarrollo socioeconómico y evolución demográfica*. Perspectiva para América Latina. EUNSA, Navarra
- Anderson C., Anderson K., Dorr N. and Flamagan M. (2000). *Temperature and Agression*. Advances in Experimental Social Psychology Vol 32.
- Arrow, K (1962). *The Economic Implications of Learning by Doing*. The Review of Economic Studies, Vol. 29, No. 3 (Jun., 1962), pp. 155-173

- Azhaev AN, Zorile VI and Kol'tsov AN (1980). *Effects of high environmental temperature on human work capacity*. Kosm Biol Aviakosm Med. PMID: 7392555 [PubMed - indexed for MEDLINE]
- Baltagi, B. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons. USA.
- Barro, R. and Becker, G (1989). *Fertility Choice in a Model of Economic Growth*. *Econometrica*, 57 (2)
- Barro R. y Jong - Wha Lee (2000). *International Data on Educational Attainment Updates and Implications* , NBER Working Paper 7911, septiembre 2000.
- Barro, R. y Sala-i-Martín, X. (1995). *Economic Growth*, McGraw Hill, United States.
- Barro, R y Sala-i-Martín, X. (1991). *Convergence across States and Regions*. Brookings Papers on Economic Activity 1.
- Barro, R. (1996). *Health and Economic Growth*. Harvard University
- Barro, R.J. (March 1991). *Government spending in a simple model of endogenous growth*. Review in JEL.
- Barro, Robert (1991). *Economic Growth in a Cross Section of Countries*, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, N°1, pp. 407-443.
- Baumol, W. (1986). *Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the Long Run Data Show*, *American Economic Review*, Vol. 76, N° 5.
- Benhabib, Jess y Mark Spiegel (1994), *The role of human capital in Economic development Evidence from Aggregate Cross-Country data*, *Journal of Monetary Economics*, Vol.34, N°2.

- Bernard, A. y S. Durlauf. (1996): "Interpreting Tests of the Convergence Hypothesis", *Journal of Econometrics*, Vol. 71.
- Bertranou, E. (2002). Determinantes del avance en los niveles de educación en Argentina. Análisis empírico basado en un modelo probabilístico secuencial. Documento de Trabajo Nro. 38. Universidad Nacional de La Plata
- Birdsall, N., and R. Sabot (1991). *Unfair Advantage: Labour Market Discrimination in Developing Countries*. World Bank Regional and Sectorial Studies, Washington, D.C.: World Bank.
- Blaxter, L., Hughes C. (2005). *Cómo se hace una investigación*. Gedisa. Barcelona
- Bosello F., Roson R., Tol J. (2006). Economy-wide estimates of the implications of climate change: human health. *Ecological Economics*. N° 58.
- Canova F. y Marcet A. (1995). *The Poor stay Poor: Non Convergence across Countries and Regions*. Discussion Paper N° 1265 CEPR Londres Noviembre.
- Carrascal U., González Y. y Rodríguez B. *Análisis Económico con EVIEWS* (2001). Alfaomega. México
- Caselli F., Esquivel G., Lefort F. (1996). Reopening the convergence Debate: A New look at Cross Country Growth Empirics. *Journal of Economic Growth*. Vol 1
- Chumacero, Rómulo. (1997a). Finite sample properties of the efficient method of moments. Mimeo. Universidad de Chile.
- Chiang, Alpha C. (1976). *Elements of Dynamic Optimization*. Mc. Graw Hill. New York.
- Chorley, R. J., & Kennedy, B. A. (1971). *Physical Geography: A systems approach*. London: Prentice-Hall International.

- Corbacho, A. (2001), *Family background and educational attainment: the case of Argentina in 1974 – 1997*, Columbia University.
- Cossa, R. (2000) *Determinants of schooling attainment in Argentina: an empirical analysis with extensions to policy evaluation*, University of Chicago.
- Delfino J. y Ferro G. (1997). *Rol de la Educación en el Crecimiento Económico de la Argentina*. Ediciones Eudecor. Fundación ARCOR.
- Dell M., Jones B. y Olken B. (2008). *Climate Change and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century*. Working Paper 14132. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH. Cambridge (2008)
- De Long, J. (1988). *Productivity Growth, Convergence and Welfare: Comment*. *American Economic Review*, 78,5.
- Duncan R. y Fuentes R. (2005). *Convergencia Regional en Chile: Nuevos Tests, Viejos Resultados*. Banco Central de Chile. Documentos de Trabajo. Working Papers N° 313
- Durlauf S., Johnson P. y Temple J. (2004). *Growth Econometrics*. University of Wisconsin.
- Easterly, W., and R. Levine (2002). *Tropics, Germs, and Crops: How Endowments Influence Economic Development*. Mimeo, Center for Global Development and Institute for International Economics.
- Elías, V. (1994). *Regional Economic Convergence: The cases of Argentina, Brazil, and Peru*. *Anales de la XXIX Reunión de la AAEP*, pp. 593-610.
- Elías, V. y Fuentes R. (1996). *Un Estudio Comparativo de la Convergencia Económica Regional en Argentina y Chile*. Mimeo, Tucumán, Argentina.
- Enders W. (1995). *Applied Econometric Time Series*. John Wiley & Sons.

- Fagan, B. (2008). *El Gran Calentamiento*. Editorial Gedisa. Barcelona. España.
- Fanelli, J. (2011). *La Argentina y el Desarrollo Económico del Siglo XXI*. Editorial Siglo Veintiuno. Buenos Aires.
- FIEL (1987). *El gasto público en la Argentina 1965-1985*, Buenos Aires.
- Figueras A., Arrufat J. y Capello M. *La dinámica de crecimiento en las economías provinciales: un análisis de largo plazo*. *Revista de Cultura Económica*. Año XXVI – Nº72. Agosto 2008. p.61 a 73
- Foschiatti, A. y Ramirez L. (2000). La Esperanza de Vida en Países Subdesarrollados. El caso de la Provincia del Chaco en la República Argentina. Publicado en: *Revista Geográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia*. IPGH. Nº 127. México
- Garrido, N., Marina A. y Sotelsek D. (2002). *Convergencia económica en las provincias argentinas 1970-1995*. Asociación de Economía Aplicada. Madrid. España.
- Garrido, N., Marina A. y Sotelsek D. (2002). Crecimiento y Convergencia. Un ejercicio empírico sobre las regiones españolas y las provincias Argentinas. Asociación de Economía Aplicada. Madrid. España.
- Gallup J. y Sachs J. y Mellinger A. (1998). *Geography and Economic Growth*. Paper prepared for the Annual Bank Conference on Development Economics, Washington, D.C.
- Garasky, S. (1995). *The Effects of Family Structure on Educational Attainment: Do the Effects Vary by the Age of the Child ?*. *American Journal of Economics and Sociology*, 51, 1.
- Gertler, P. y Glewwe, P. (1990). *The willingness to pay for education in developing countries: Evidence from Rural Peru*. *Journal of Public Economics* 42: 251-275

- Gertler, P. y Glewwe, P. (1992). *The willingness to pay for education for daughters in contrast to sons: evidence from rural Perú*. The World Bank Economic Research, Vol 6, No 1
- Good J. y P.Hatt (1972). *Metodología de la investigación social*. México. Trillas.
- Greene, W. (1998). *Análisis Econométrico*. Prentice Hall. España
- Grossman, G. M. and Helpman, (1991) E. *Endogenous Product cycles* in EJ, Sep.1991
- Grossman, G. M. and Helpman, (1991). E. *Innovation and Growth in the Global Economy*.
- Grossman, G. M. and Helpman, E. (1994). *Endogenous Innovation and the theory of growth*. J.E. Perspectives, winter.
- Gujarati, D. (2004). *Econometría*. Mc Graw Hill. Mexico.4ªed.
- Hamilton J. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press. Princeton USA.
- Hansen, L.P. (1982). *Large Sample properties of Generalized Method of Moments*. Econometrica, 50
- Hansen, L.P. (1985). *A method for calculating bounds on the asymptotic covariance matrices of generalized method of moments estimators*. Journal of econometrics., 30
- Hausman J.A. (1978). *Specification Tests in Econometrics*. Econometrica Vol. 46
- Hernández Mota, J.L. (2010). *Inversión Pública y Crecimiento Económico: Hacia una nueva perspectiva de la función gobierno*. Economía: Teoría y Práctica. Nueva Época, número 33, julio-diciembre 2010. Universidad Autónoma de México. México.

- HSE Frequently asked questions (1992): *What is the maximum/minimum temperature in the work place ?*

<http://www.hse.gov.uk/contact/faqs/temperature.htm>

- HSE Heat stress in the workplace. (1992). *What you need to know as an employer*. General information sheet No 1:

<http://www.hse.gov.uk/pubns/geis1.pdf>

- Hope, C. (2003). *The marginal impacts of CO₂, CH₄ y SF₆ emissions*. Judge Institute of Management Research Paper N° 2003/10, Cambridge, University of Cambridge.
- Huntington, E. (1915). *Civilization and Climate*. New Haven,CT: Yale University Press.
- INDEC, Censo Nacional de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Argentina (1970, 1981, 1991, 2001)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. (2008). *Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra.
- Islam, N. (1995). *Growth Empirics: A Panel Data Approach*, The Quarterly Journal of Economics, noviembre 1995
- Jones, E. (1987). *The European Miracle: Environments, Economies and Geopolitical in the History of Europe and Asia*. Cambridge, Cambridge University Press, 2º ed.
- Kuehl, R.(2003). *Diseño de Experimentos*. Thomson Learning. 2º ed.
- Johnston J. y Di NardoJ. (1997). *Econometric Methods*. Mc Graw Hill. 4º ed.
- Leithold L. (1999). *El Cálculo*. Oxford University Press. Mexico

- Lefort, F. (1997). Crecimiento Económico en Chile. Evidencia de Panel. En Felipe Morandé L. Rodrigo Vergara (eds.). Análisis del crecimiento en Chile. CEP/ILADES
- Levin, A y Chien-FU, Lin. (1992). *Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite - Sample Properties*. UC San Diego Working Paper , 92-93, Mayo 1992.
- Loh, Eng Seng (1996) Changes in Family Structure, Attained Schooling, and Adult Poverty Status, *Social Science Quarterly*, 77, Vol 1
- Lorentzen P., Mc Millan J. y Wacziarg R. (2008). *Death and Development*. *J. Economic Growth* 13: 81-124
- Lucas, Robert E. Jr. (1988). *On the mechanics of economic development*, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, July pp 3-42.
- Mankiw, N Gregory, Romer David y Weil David (1992): *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, N°2, (May), pp 407-437.
- Marina, A (1998). Convergencia Económica en la Argentina: ¿Qué nos dice la evidencia empírica? Reunión Anual AAEP
- Marina, A. (2001). *Convergencia económica en Argentina*, en Mancha N. & Sotelsek
- Martínez R. (2003). Estimaciones del Producto Interno Provincial a precios constantes 1980-2002. Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- Mendelson R., Nordhaus W.D. y Shaw D. (1994) *The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis*. *American Economic Review*, N°84.
- Mendelson R., Morrison W., Schlesinger M. y Andronova N. (1998) *Country specific market impacts of climate change*. *Climate Change*. Vol 45 n° 3 y 4.

- Mitnik, Oscar A. (1998). *Educación y Crecimiento Económico Provincial en Argentina*. Programa de Postgrado en Economía ILADES. / Georgetown University. Documento de Investigación I-110
- Montesquieu, Charles de (1750). *The Spirit of Laws*.
- Nag P.K., Bandyopadhyay P., Ashtekar S.P., Kothari D., Desai H. and Nag A.(1996).*Human work capacity under combined stress of work and heat*. National Institute of occupational health. Indian Council of Medical Research. Ahmedabād, India
- National Union of Teachers. United Kindom (2010).*High Classroom Temperatures*
<http://www.teachers.org.uk/docs/files/HIGH-CLASSROOM-TEMPERATURES.doc>
- Nordhaus W. (1994). *Managing the global Commons: The Economics of Climate Change*. Cambridge MA, MIT Press.
- Nordhaus W. y Boyer J. (2000). *Warming the World: the Economics of the Greenhouse Effect*. Cambridge MA, MIT Press.
- Nordhaus, W (2006). *Geography and Macroeconomics: New Data and New Findings*. PNAS, vol. 103, nº 10, 2006, pags. 3510-3511
- Nordhaus W. (2008). *A Question of Balance. Weighing the Options on Global Warming Policies*. Yale University Press. New Haven & London.
- Novales Cinca, A. (1994). *Econometría*, Mc Graw Hill, España.
- Murphy G. et al (2008). *Atlas Agroclimático de la Argentina*. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Ostle, B. (1986). *Estadística Aplicada*. Editorial Limusa. México

- Pedroni, P. (1999). *Critical Values for Cointegration Test in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors*. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Special Issue 0305-9049.
- Perlbach, I. y Calderón, M. (2000). *La Educación y el Crecimiento Económico en Mendoza*. Asociación Argentina de Economía Política. Córdoba
- Pindyck, R. y Rubinfeld D. (1993). *Econometric Models & Economic Forecast*. Mc. Graw Hill International Editions, Fourth Edition. USA.
- Porto, G. (1994). *Convergencia y Política Económica. Algunos resultados para las provincias argentinas*. En Anales de la XXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política. Universidad Nacional de La Plata. Tomo IV, p.p. 1191-1214
- Purcell E. y Varberg E. (1992). *Cálculo con Geometría Analítica*. Prentice Hall Hispanoamericana. México.
- Quinteros, M. (2009). *Convergencia Económica en las Provincias Argentinas entre 1953 y 2003*. Serie Tesis de Graduación. Documento Nº1. Instituto de Investigaciones Económicas. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad del Salvador. Buenos Aires.
- Ramírez, D. Ordaz, J. y Mora, J. (2009), *Istmo centroamericano: Efectos del Cambio Climático Sobre la Agricultura*. CEPAL, CCAD, DFID.
- Rehdanz K. and Maddison D. (2004). *Climate and Happiness*. Ecological Economics 52. pp 111-125
- Rodrik, D., Subramanian F. and Trebbi F. (2002). *Institutions rule: The Primacy of Institutions over Geography and Integration in Economic Development*.
- Romer, P.(1986). *Increasing returns and Long Run Growth*. JPE, octubre, pp. 1002-1037
- Romer, P. (1990). *Endogenous Technological Change*, JPE, octubre, parte 2, S71-S102

- Romer, P. (1994). *The origins of endogenous growth*. J.E. Perspectives winter, 8 (1).
- Rosales, S. (2006). *Influencia de variables socioeconómicas en el proceso educativo*. Instituto Nacional de Investigaciones Económicas. Ciudad de La Habana. Cuba
- Sabino C. (1996). *El proceso de investigación*. Lumen Hvmanitas. Buenos Aires. Argentina.
- Sala - I - Martin, X. (2002). *Apuntes de Crecimiento Económico*. Antony Bosch Editor. España.
- Savin N.E. y White K.J. (1977). *The Durbin - Watson test for serial correlation with extreme small samples or many regressors*. Econometrica. Vol 45
- Schultz, Theodore (1963). *The Economic Value of Education*. Columbia University Press. New York and London.
- Selva R. e Iñiguez A. (2009). *Descripción de la Evolución del Gasto Público Consolidado del Sector Público Argentino*. Documento de Trabajo. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Secretaria de Política Económica. Subsecretaría de Coordinación Económica.
- Serie de Gasto Público Consolidado. Aspectos Metodológicos. (2011). Dirección de Análisis de Gasto Público y Programas Sociales. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.
- Shastry, G. y Weil, D. (2003). *How Much of Cross-Country Income Variation is Explained by Health?*. Journal of European Economic Association, 1, abril-mayo, págs. 387-396.
- Siegel, Sidney and Castellan, jr., N. John (1988) *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New York: McGraw-Hill

- Solow, R. W. (1994). *Perspectives on Growth Theory*. Journal of Economic Perspectives, winter.
- Somoza, J (1971). *La mortalidad en la Argentina entre 1869 y 1960*. Publicación del Centro de Investigaciones Sociales, Instituto Di Tella y Centro Latinoamericano de Demografía
- Sosa, W. y Marchionni M. (1999). Household structure, gender, and the economic determinants of school attendance in Argentina, Rosario, AAEP
- Stern N. (2007). *El Informe Stern*. Paidós. Buenos Aires.
- Tamura, R. (1991). Income Convergence in an Endogenous Growth Model. Journal of Political Economy, Vol. 99, Nº 3, pp. 522-540.
- Tansel, A. (1997) *Schooling Attainment, Parental Education and Gender in Cote D'Ivoire and Ghana*, Economic Education and Cultural Change, 45(4), pp. 825-856.
- Temple, J. (1995). Testing the Augmented Solow Model.

<http://www.nuff.ox.ac.uk/economics/wp/w18/testsol.zip>.

- Theil, H. (1971). *Principles of Econometrics*. John Wiley and Sons. USA.
- Tol R. S. J. (2002a). *Estimates of the Damage Costs of Climate Change. Part I: Benchmark Estimates*. Environmental and Resource Economics 21, 47-73
- Tol R. S. J. (2002b). *Estimates of the Damage Costs of Climate Change. Part II: Dynamics Estimates*. Environmental and Resource Economics 21, 135 - 160
- Urrunaga R. y Aparicio C. (2012). *Infraestructura y Crecimiento Económico en el Perú*. Revista CEPAL 107. Agosto 2012
- Utrera, G. y Koroch, J. (1998). *Convergencia: Evidencia para las provincias Argentinas*. Reunión AAEP.

- Vitale, B. (2001). *Análisis de la relación entre Crecimiento Económico y Educación en la República Argentina. Período 1970-2000*. Tesina de grado para la Licenciatura en Economía. Facultad De Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires. Director: Profesor Titular Regular de la asignatura *Crecimiento Económico* Dr. Saúl Keifman.
- Vitale, B. (2004). *Análisis de la relación entre Crecimiento Económico y Educación utilizando pruebas estadísticas no paramétricas*. En XIX Jornadas Nacionales de docentes de matemática de Facultades de Ciencias Económicas y afines. Universidad Nacional de Entre Ríos. Octubre de 2004. Libro de resúmenes ISBN N° 950-698-122-1
- Vitale, B.; Lasanta, T. (2006). *Funciones De Distribución Para La Predicción de Eventos Ambientales Extremos. Aplicación en La Evaluación de Riesgos, en el Área Metropolitana Buenos Aires*. Séptimas Jornadas Actuariales 2006. Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión. Facultad De Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires. Directora: Dra. Maria Teresa Casparri.
- Vitale, B.; Lasanta, T. (2006). *Análisis estadístico de valores extremos de variables generadoras de costos sociales y ambientales, en el Área Metropolitana Buenos Aires*. En XXI Jornadas Nacionales de docentes de matemática de Facultades de Ciencias Económicas y afines. Universidad Nacional de Formosa. Octubre de 2006. Libro de resúmenes ISBN-10 N° 987-22062-4-4 ISBN-13 N° 978-987-22062-4-6.
- Vitale, B.; Lasanta, T. (2006). *Inferencia bayesiana en la programación de la instalación de una estación hidrológica experimental*. En XIX Encuentro Nacional de Docentes de Investigación Operativa. Libro de resúmenes. ISBN 950-658-172-X.

- Warren, R. y otros (2006^a). *Spotlighting the impact functions in integrated assessment*. Reporte de investigación para Stern Review on the Economics of Climate Change, Tyndall Working Paper 90
- Watkiss, P. y otros (2005). *The social cost of carbon*. Londres. DEFRA.
- Weil D. (2006). *Crecimiento Económico*. Pearson. Addison Wesley. España.
- Willington, C. (1998). *Un Análisis Empírico del Crecimiento Económico Regional en Argentina*. Documento de Trabajo N° 14. Universidad Nacional de Córdoba.
- Wooldridge, J. (2001). *Introducción a la Econometría. Un Enfoque Moderno*. Thomson Learning. México.

ANEXO

DATOS: FUENTES Y MEDIDAS DESCRIPTIVAS

1. FUENTES DE DATOS Y CONSTRUCCIÓN DE VARIABLES

1.1. TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES

Las temperaturas medias anuales por provincia provienen del SMN. Las temperaturas medias anuales por región se obtuvieron mediante el cálculo del promedio entre las temperaturas medias anuales de las provincias de cada región. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.).

1.2. PRODUCTO BRUTO GEOGRÁFICO

Fuentes: Serie 1993-2010: Consejo Federal de Inversiones. Serie 1980 -1992: Serie elaborada por Martínez R. (CEPAL, 2004), a partir de datos provenientes del Consejo Federal de Inversiones, Ministerio del Interior, a través de las elaboraciones de la Secretaría de Asistencia para la Reforma Económica Provincial (S.A.R.E.P.), y Ministerio de Economía. La serie completa 1980 - 2010 está expresada a valores constantes de 1993.

1.3. AÑOS PROMEDIO DE EDUCACIÓN FORMAL DE LOS HIJOS

Fuente: Encuesta Permanente de Hogares. La variable utilizada se construyó mediante un promedio ponderado, asignando a cada una de las siete categorías educativas la frecuencia relativa correspondiente a cada aglomerado, para la población menor a 25 años. En el caso de existir más de un aglomerado por provincia, se le asignó a dicha provincia el promedio entre aglomerados.

1.4. AÑOS PROMEDIO DE EDUCACIÓN FORMAL DE LOS PADRES

Fuente: Encuesta Permanente de Hogares. La variable utilizada se construyó del mismo modo que la variable "*años promedio de educación formal de los hijos*" para el estrato de la población de 25 años o más.

1.5. ESPERANZA DE VIDA AL NACER

Fuentes: Años 1980/81: Secretaría de Asistencia para la Reforma Económica Provincial (SAREP). Años 1990/1992 – 2000/2001: Instituto Nacional de Estadística y Censos: Ministerio de Economía y Producción. En <http://www.ambiente.gov.ar>. Años 2005 a 2010: Instituto Nacional de Estadística y Censos: Información elaborada por el INDEC a partir de datos provenientes de los censos nacionales de población. Los datos faltantes se estimaron por interpolación lineal.

1.6. INGRESO PER CÁPITA FAMILIAR

Fuente: Encuesta Permanente de Hogares. Se tomaron los valores correspondientes a los aglomerados de cada provincia que figuran en la EPH, actualizados por el índice de precios al consumidor base abril 2008.

En los casos de más de un aglomerado por provincia se calculó el promedio entre aglomerados.

1.7. INVERSION

Se tomó el porcentaje correspondiente al sector construcción sobre el producto bruto geográfico.

1.8. TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Se calculó la tasa anual de crecimiento promedio de la población a partir de la información proveniente de los censos nacionales de población, mediante interpolación lineal. $(g + \delta)$ se consideró igual a 0.05 para todas las provincias y para todos los años para formar la variable $(n + g + \delta)$

2. MEDIDAS DESCRIPTIVAS DE LAS VARIABLES RELEVANTES

2.1. AÑOS PROMEDIO DE EDUCACION FORMAL

PROVINCIA	MEDIA	MADIANA	MAXIMO	MINIMO	DESVIO STANDARD
BUENOS AIRES	9,59	9,51	11,49	7,91	1,09
CABA	12,91	12,88	14,28	9,63	1,42
CATAMARCA	7,17	8,78	11,03	5,85	1,25
CHACO	7,52	7,45	9,66	5,36	1,38
CHUBUT	8,49	8,49	12,78	7,15	1,42
CORDOBA	9,30	9,21	11,74	7,32	1,29
CORRIENTES	6,21	7,17	11,62	6,90	1,46
ENTRE RIOS	7,16	7,13	11,14	6,06	1,31
FORMOSA	5,69	5,70	7,83	4,57	1,30
JUJUY	8,85	8,70	10,59	6,29	1,68
LA PAMPA	9,40	9,43	11,01	7,58	1,10
LA RIOJA	7,56	8,53	11,47	6,57	1,24
MENDOZA	9,93	9,91	11,68	8,07	1,15
MISIONES	4,76	4,68	9,03	4,85	1,25
NEUQUEN	9,44	9,48	11,52	7,04	1,45
RIO NEGRO	9,03	9,61	11,60	7,06	1,65
SALTA	8,86	8,83	9,27	6,47	1,48
SAN JUAN	9,12	9,04	11,21	7,28	1,20
SAN LUIS	9,25	9,24	11,13	7,35	1,17
SANTA CRUZ	9,86	9,95	11,46	8,00	1,09
SANTA FE	9,42	9,43	11,23	7,13	1,16
SANTIAGO DEL ESTERO	4,17	4,10	8,29	4,09	1,32
TIERRA DEL FUEGO	10,25	10,27	12,29	8,23	1,23
TUCUMAN	7,26	7,18	11,47	6,28	1,28

Cantidad de observaciones: 31

2.2. TASA DE CRECIMIENTO DEL PBG PER CAPITA (en porcentaje)

PROVINCIA	MEDIA	MADIANA	MAXIMO	MINIMO	DESUDIO STANDARD
BUENOS AIRES	1,53	2,1	1,25	-1,11	5,96
CABA	2,88	2,47	1,65	-1,29	6,03
CATAMARCA	1,20	1,42	5,52	-1,52	7,20
CHACO	1,41	0,64	0,92	-6,04	10,05
CHUBUT	6,48	5,31	9,02	-1,25	5,37
CORDOBA	1,18	1,17	6,34	-1,11	6,30
CORRIENTES	0,11	0,14	4,66	-3,69	6,32
ENTRE RIOS	3,51	1,83	4,21	-5,45	8,43
FORMOSA	2,77	3,89	2,93	-7,09	11,58
JUJUY	2,88	2,64	2,90	-8,64	16,72
LA PAMPA	3,18	3,44	3,30	3,25	7,84
LA RIOJA	2,60	2,51	2,60	-3,56	12,16
MENDOZA	4,51	3,09	8,02	2,09	16,74
MISIONES	1,86	1,72	1,13	-9,23	6,14
NEUQUEN	2,46	1,81	9,57	3,23	6,52
RIO NEGRO	5,08	7,15	7,28	1,72	7,80
SALTA	1,53	1,44	1,44	1,39	8,51
SAN JUAN	2,51	2,53	4,39	1,52	6,59
SAN LUIS	5,56	5,59	4,33	1,41	14,38
SANTA CRUZ	6,27	6,32	7,02	2,28	9,30
SANTA FE	1,58	1,19	1,73	-1,07	5,37
SANTIAGO DEL ESTERO	0,42	0,31	0,36	-2,04	6,82
TIERRA DEL FUEGO	2,52	2,24	2,45	1,23	13,87
TUCUMAN	0,11	0,11	0,14	-1,63	6,32

Cantidad de observaciones: 30

2.3. TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES (en grados centígrados)

PROVINCIA	MEDIA	MADIANA	MAXIMO	MINIMO	DESVIO STANDARD
BUENOS AIRES	15,95	15,98	16,72	15,08	0,39
CABA	15,95	16,00	16,77	15,11	0,39
CATAMARCA	21,60	21,69	22,30	20,56	0,43
CHACO	21,86	21,89	22,63	20,99	0,39
CHUBUT	11,09	11,18	11,79	10,05	0,43
CORDOBA	18,46	18,55	19,16	17,43	0,43
CORRIENTES	21,62	21,65	22,39	20,75	0,39
ENTRE RIOS	17,66	17,75	18,36	16,63	0,43
FORMOSA	23,07	23,16	25,77	22,04	0,43
JUJUY	19,64	19,72	20,34	18,60	0,43
LA PAMPA	14,70	14,78	15,39	13,66	0,43
LA RIOJA	19,85	19,94	20,55	18,82	0,43
MENDOZA	11,05	11,14	11,75	10,01	0,43
MISIONES	20,37	20,40	23,14	19,50	0,39
NEUQUEN	7,06	7,15	7,76	6,02	0,43
RIO NEGRO	9,23	9,32	9,93	8,19	0,43
SALTA	23,30	23,39	24,00	22,27	0,43
SAN JUAN	15,98	16,07	16,68	14,94	0,43
SAN LUIS	17,42	17,50	18,11	16,38	0,43
SANTA CRUZ	8,54	8,56	9,30	7,66	0,39
SANTA FE	19,85	19,94	20,55	18,82	0,43
SANTIAGO DEL ESTERO	23,76	20,84	25,45	19,72	0,43
TIERRA DEL FUEGO	5,13	5,22	5,83	4,09	0,43
TUCUMAN	21,15	21,24	21,85	20,12	0,43

Cantidad de observaciones: 31

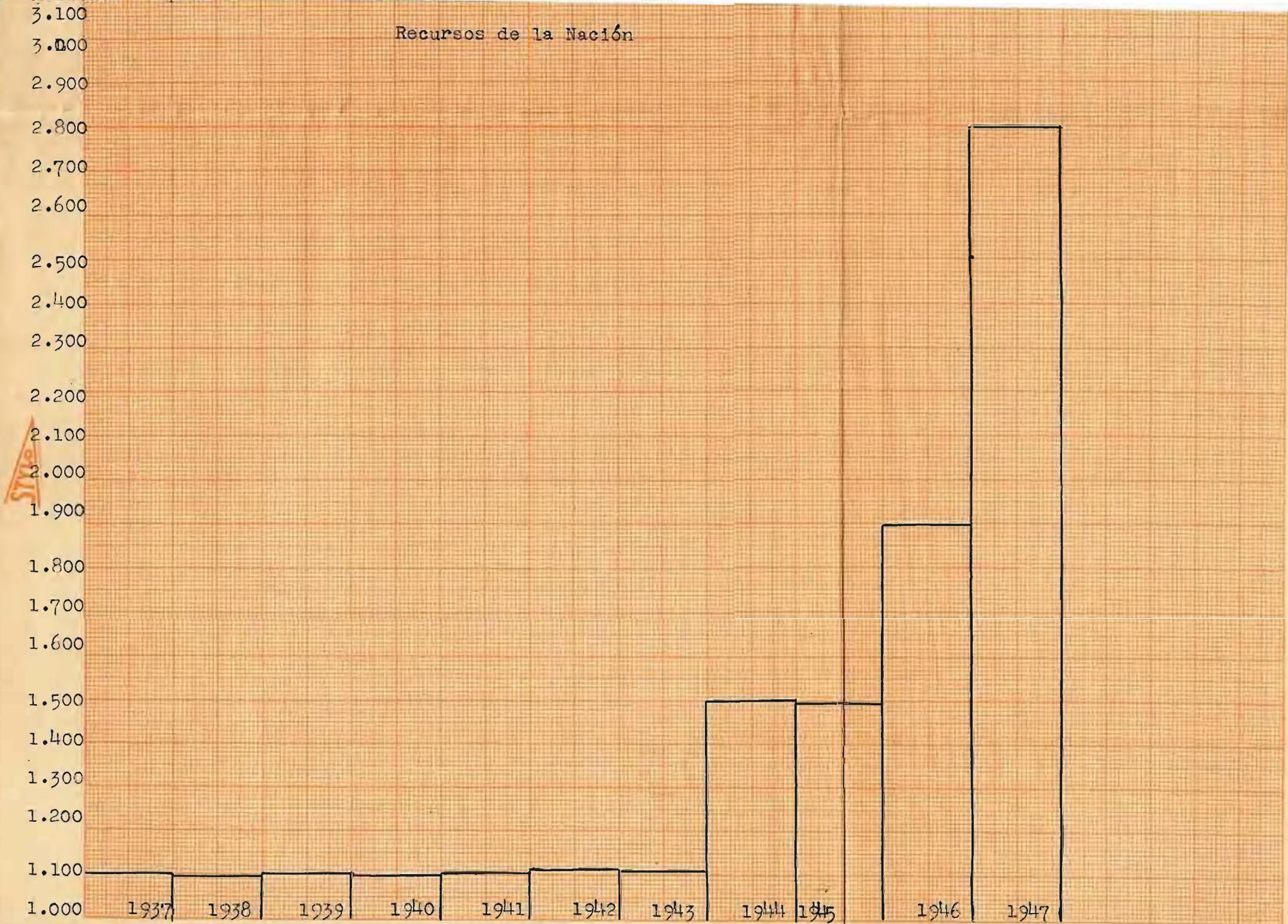
2.4. ESPERANZA DE VIDA AL NACER (en años)

PROVINCIA	MEDIA	MADIANA	MAXIMO	MINIMO	DESVIO STANDARD
BUENOS AIRES	72,87	72,69	75,70	69,76	1,70
CABA	74,36	74,56	77,65	70,91	2,16
CATAMARCA	71,92	72,10	72,09	66,95	2,14
CHACO	69,15	68,98	71,61	64,77	1,49
CHUBUT	72,14	72,92	74,86	69,94	1,67
CORDOBA	73,71	73,57	76,62	71,01	1,76
CORRIENTES	70,81	70,72	73,66	65,60	1,85
ENTRE RIOS	72,73	72,79	75,80	68,31	2,00
FORMOSA	69,84	69,55	72,43	66,38	1,53
JUJUY	70,54	71,22	74,17	63,99	2,74
LA PAMPA	73,18	73,47	76,52	68,39	2,29
LA RIOJA	72,55	72,62	75,63	67,10	2,06
MENDOZA	73,66	73,57	76,62	70,27	1,83
MISIONES	70,07	70,41	72,37	65,52	2,33
NEUQUEN	73,37	73,87	76,93	68,23	2,54
RIO NEGRO	72,36	72,59	75,60	67,71	2,19
SALTA	70,33	70,63	73,55	64,41	2,28
SAN JUAN	72,23	72,30	75,29	67,67	2,00
SAN LUIS	72,47	72,79	75,80	68,22	2,28
SANTA CRUZ	72,50	72,61	74,58	66,12	2,07
SANTA FE	71,08	71,89	73,91	70,26	1,69
SANTIAGO DEL ESTERO	69,40	69,23	70,14	65,84	1,72
TIERRA DEL FUEGO	72,74	73,47	76,52	68,46	2,81
TUCUMAN	71,41	71,12	74,06	67,28	1,60

Cantidad de observaciones: 31

MILLONES DE PESOS

Recursos de la Nación



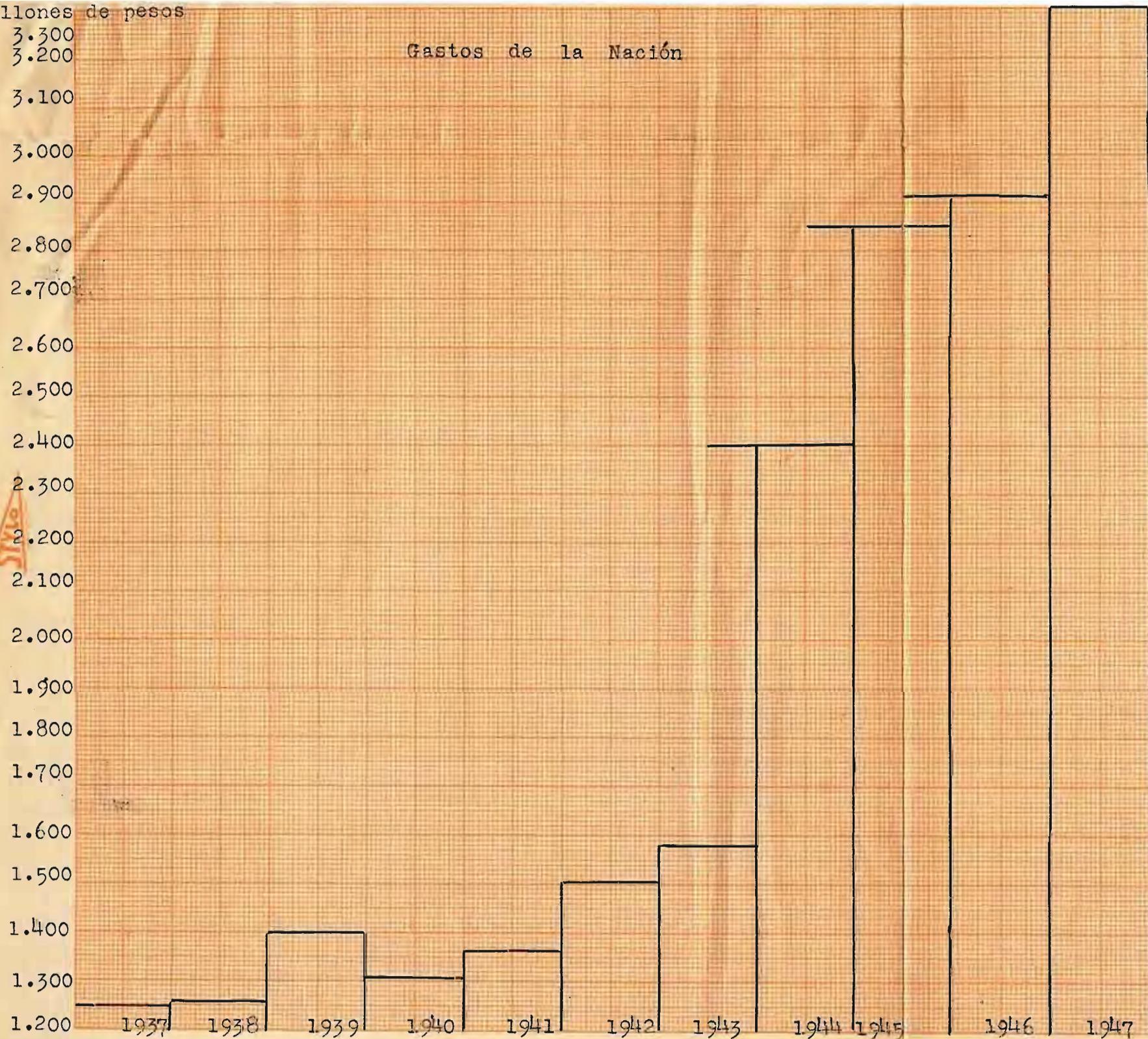
Millones de pesos

Gastos de la Nación

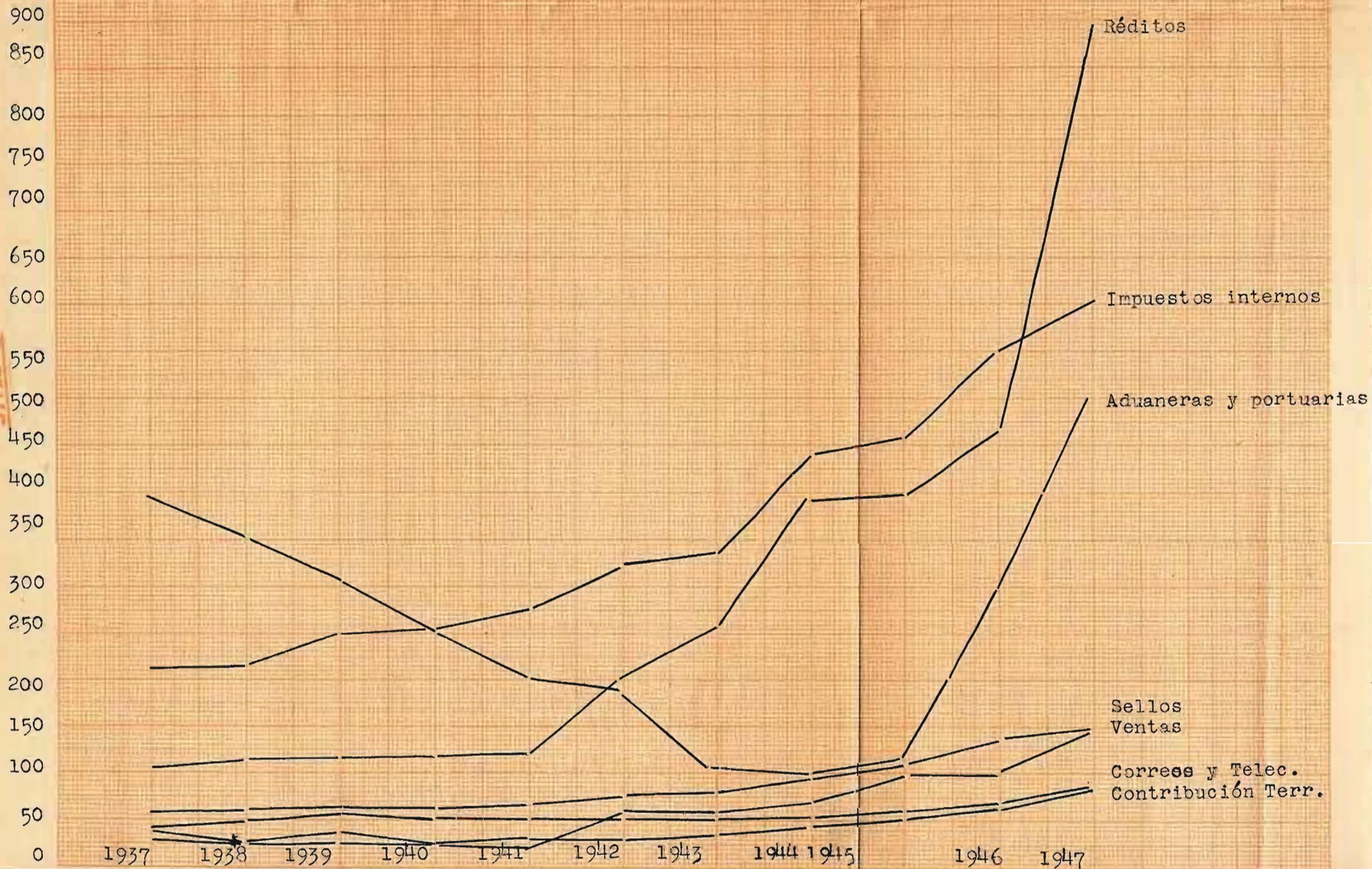
3.300
3.200
3.100
3.000
2.900
2.800
2.700
2.600
2.500
2.400
2.300
2.200
2.100
2.000
1.900
1.800
1.700
1.600
1.500
1.400
1.300
1.200

1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947

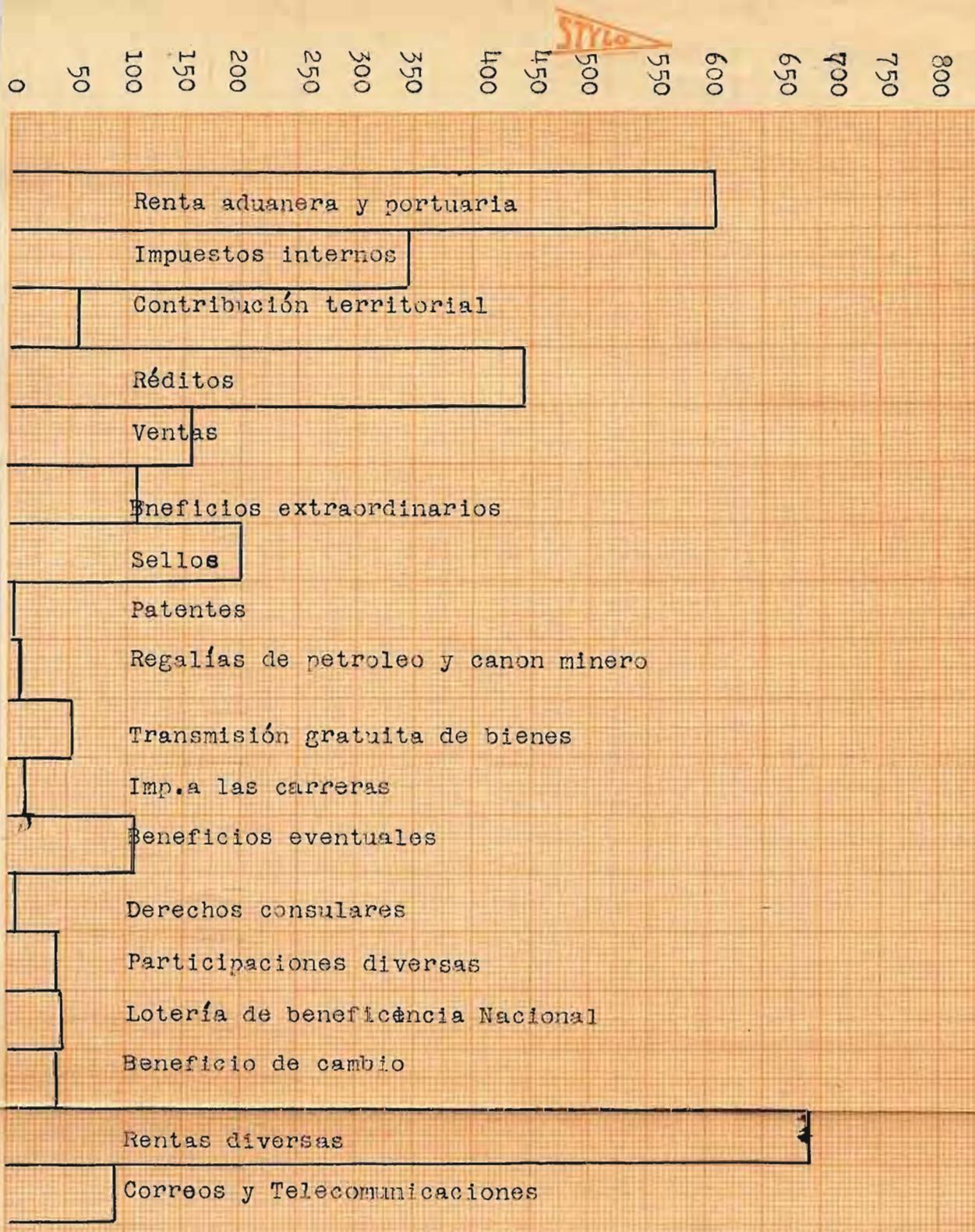
516



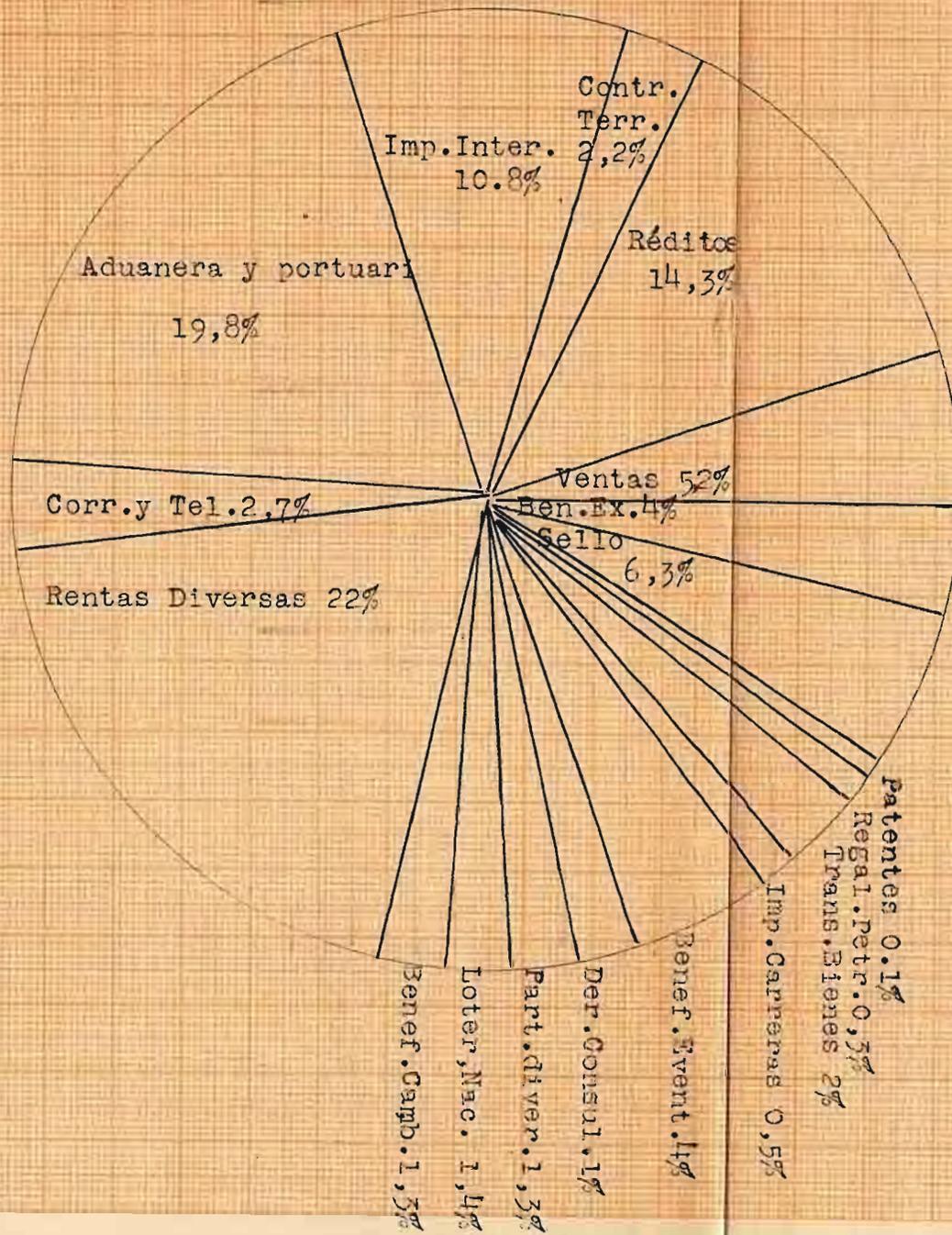
Movimiento de los principales recursos



Recaudaciones de la Nación estimadas para 1948.



Recaudaciones Nacionales estimadas para
 1948.-Porcentaje de cada ingreso
 sobre \$ 3.100.Millones estimados.



GRÁFICOS

B I B L I O G R A F I A

- Labougle A. - Cursos y conferencias.
- Colegio Libre de Estudios Superiores- Conferencias Rev.
- Constitución de la República Argentina.
- Finanzas - Revista.
- Rozo A.- Finanzas.
- La Prensa - Diario.
- La Nación - Diario.
- Ministerio de Hacienda de la Nación- Memorias.
- Ministerio de Hacienda de la Nación- Boletín.
- Banco Central- Boletín estadístico.
- Banco Central- Memoria.
- Banco de la Nación- Memoria.
- Banco de Crédito Industrial Argentino- Memoria.
- Bolsa de Comercio- Memoria.
- Revista de Ciencias Económicas.
- Revista de Economía Argentina.
- Corporación de Títulos y acciones- Boletín.
- Federal Reserve Bulletin.
- American Economic Review.
- Luqui- Algunos principios de recaudación tributaria.
- Luqui- Organización económica y reforma tributaria.
- Garbarini Islas-Exceso de impuestos en la República Argentina.
- Ministerio de Hacienda- Leyes impositivas y creación de nuevos gravámenes.
- Cámara Argentina de Comercio- Revista.
- Nitti - Finanzas.
- Dirección de Estadísticas y Censos de la Nación- Boletín.