

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE DETERMINANTS OF ECONOMIC GROWTH IN VENEZUELA IN THE PERIOD 1954 – 2019

Autor(es):

José Chalán Cachimuel¹

Alberto Gregorio Castellano Montiel²

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo investigativo es analizar y describir los factores claves de los determinantes del crecimiento económico y sus componentes del país Venezuela en el periodo comprendido entre 1954 – 2019. Para la investigación se empleará la aplicación del modelo de Solow - Swan y los modelos de contabilidad de crecimiento de Solow – Swam ampliado. Este trabajo busca establecer una metodología que permita medir los determinantes de crecimiento económico y los factores que pueden influir en la productividad total, y el crecimiento económico del país. La investigación abarca una descripción del análisis y los resultados en datos cuantitativos, estos insumos se han recopilado en los datos de Penn world tables o (PTW en sus siglas en inglés) periodo 1954 - 2019, y fuentes secundarias y además este estudio cuenta con los datos reales de Banco Central de Venezuela, este proceso se realiza bajo la aplicación del paquete econométrico Eviews 12.0. El principal resultado de este estudio muestra que la tasa de crecimiento económico en Venezuela en el período de estudio creció a una tasa promedio de 2.82% (Periodo de 1954 – 2019), y en su punto más bajo de crecimiento con -2.06%, como se conoce fue en el periodo de profunda crisis económica, política y social de Venezuela en el periodo (2015 – 2019), y la tasa de crecimiento en su punto más alto con una tasa promedio de 3.59% creció en el periodo de (1985 – 1994).

Palabras clave: PIB real, Venezuela, crecimiento económico, productividad total de factores, Capital Social.

ABSTRACT

The objective of this research work is to analyze and describe the key factors of the determinants of economic growth and its components of the country Venezuela in the period between 1954 - 2019. For the research, the application of the Solow - Swan model and the expanded Solow - Swam growth accounting models will be used. This work seeks to establish a methodology that allows measuring the determinants of economic growth and the factors that can influence total productivity, and the economic growth of the country. The research covers a description of the analysis and the results in

¹ Cursando doctorado en Ciencias Económicas Universidad del Zulia Venezuela. Magister en Desarrollo Sostenible, Especialista en gestión de microfinanzas Por la Universidad Andina Simón Bolívar Ing. Administracion. Ecuador email jchalan@ucm.es

² Doctor en Ciencias Económicas. Magister en Gerencia de Empresas, mención Gerencia Financiera. Economista (Universidad del Zulia, Venezuela). Profesor de Planta Universidad de Sucre (Colombia) Miembro del Grupo de Investigación OIKOS. Coordinador del Semillero de Investigación Análisis de la Economía Colombiana. Individuo de número de la Academia de Ciencias Económicas del Estado Zulia (miembro de su directiva 2017-2019 y 2019-2021). E-mail. alberto.castellano@unisucra.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0824-3202>

Análisis De La Dinámica De Los Determinantes Del Crecimiento Económico De Venezuela En El Periodo 1954 – 2019

quantitative data, these inputs have been collected in the Penn world tables data or (PTW in its acronym in English) period 1954 - 2019, and secondary sources. In addition, this study has real data from the Central Bank of Venezuela, this process is carried out under the application of the econometric package Eviews 12.0. The main result of this study shows that the economic growth rate in Venezuela in the study period grew at an average rate of 2.82% (Period of 1954 - 2019), and at its lowest point of growth with -2.06%, as is known was in the period of deep economic, political and social crisis in Venezuela in the period (2015 - 2019), and the growth rate at its highest point with an average rate of 3.59% grew in the period of (1985 - 1994).

Keywords: Real GDP, Venezuela, economic growth, total factor productivity, capital stock.

REVISIÓN LITERARIA

Teorías del Crecimiento Económico

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los expertos e investigadores en la materia económica y macro económica se han centrado en conocer cuáles son los factores que determinan en el crecimiento económico de un país. Estudiando los trabajos investigativos de Mankiw, se ha notado que la contribución del factor capital humano al crecimiento económico ha sido el centro de muchos estudios, porque en distintas teorías se conoce que los factores productivos fuertes contribuyen en gran magnitud al crecimiento económico de un país.

El autor Solow en su trabajo (1957), incorpora a la teoría clásica al cálculo del crecimiento una forma de residual de Productividad total de factores (PTF), y la medición de esta se han mantenido hasta la actualidad vigentes como objeto de investigación y de futuros estudios, y el propósito de éste ha sido de determinar el desempeño en el crecimiento económico de los países. Por esta razón, el objetivo del presente artículo fue examinar la productividad total de los factores en el área de América del Sur, una subregión de gran relevancia en el desarrollo del continente americano en su conjunto, durante el intervalo de 1950 a 2014, utilizando el modelo Solow-Swan ampliado, de acuerdo con la sugerencia de Mankiw y otros (1992).

El siguiente documento fue elaborado con la finalidad de realizar un análisis de la dinámica de crecimiento económico de Venezuela en el periodo 1954 - 2019. En Venezuela, a partir de la década de 1950, hubo un importante avance en la industrialización de su economía lo que le permitió pasar del último lugar al primer lugar en términos de producto industrial entre los países con un tamaño de mercado y un PIB relativamente mediano para la generalidad de América Latina. Sin embargo, en la década de los noventa empezó un proceso acelerado de desindustrialización (Miranda, 2017).

Este artículo se compone como primera parte en una revisión exhaustiva de literatura, seguidamente se desarrolló el modelo econométrico a utilizar para este caso de estudio, posterior a ello se desarrolló las ecuaciones y los modelos para determinar los factores claves que inciden en el crecimiento económico y finalmente se presenta las conclusiones y reflexiones de la investigación.

Con la finalidad de comprender a los autores como Robert Merton Solow y Trevor W. Swan presentan modelos de crecimiento económico que ajustan las teorías de Harrod-Domar y la economía neoclásica. En sus modelos, destacan la importancia del capital y cómo el crecimiento se ve afectado por el aumento de la población y el residuo tecnológico. Buscan explicar la acumulación de conocimiento como un factor externo accesible a todos los países, promoviendo un comportamiento equilibrado y sin distorsiones (Enríquez P. I., 2016).

Los autores Solow y Swan fomentan en sus modelos económicos como un atributo principal al factor capital humano y consideran que esta variable como motor de desarrollo productivo y creador de nuevos conocimientos que fomente un productor de capital eficiente y esto alcance el objetivo central que es el crecimiento económico de un país.

Existen algunos autores que estudian a profundidad la materia de teoría de crecimiento económico, el cual requiere un análisis crítico sobre las distintas realidades de las economías de cada país o región.

En cuanto a la teoría de crecimiento económico, existen tres criterios epistemológicos que son muy importantes estas son las siguientes:

- a) la formulación o adopción de proposiciones sistemáticas que muestran relaciones constantes o uniformidades que gobiernan los fenómenos económicos, lo que implica que son tendencias, principios o leyes sociales, hipotéticas y estadísticas que indican promedios consistentes y previsiones sobre el desarrollo de las economías de los países.
- b) la necesidad de establecer modelos o tipos ideales para compararlos con la realidad fenomenológica y acercarse a los hechos y procesos mediante la abstracción.
- c) delimitar la función del Estado y del poder político en el crecimiento económico (Enríquez P. I., 2016).

En un pensamiento relativo sobre el crecimiento económico podemos argumentar que es un tema fundamental en la economía de un país porque este implica el aumento de la producción, bienes y servicios en una economía durante un periodo que es determinado, esto generalmente se cuantifica mediante el Producto Interno Bruto, en sus siglas (PIB). El crecimiento

económico tiene una estrecha relación con la capacidad que sostiene un país en maximizar su poder de producción, y generar riqueza a través de la calidad de bienes y servicios económicos, para lograr esto resulta fundamental la participación de indicadores como: el consumo, ahorro, inversión, balanza de comercio, innovación y progreso tecnológico para que puedan mejorar y fortalecer la eficiencia y la competitividad de una economía de un país.

Uno de los pioneros en brindar un concepto de conocimiento basado en el crecimiento económico del sector de la manufactura fue Smith (1776), quien reconoce los crecientes rendimientos por lo que asegura maximizar el volumen de la producción en una dimensión superior al aumento de la materia prima, a lo que se anexa, el no existir oportunidad de aplicar este rendimiento en otros sectores, en especial dentro del sector agrícola (Enríquez I., 2016).

Contabilidad de crecimiento en el marco Solow – Swan ampliado

Según los autores Barro y Salai en el año 2004 publicaron un trabajo investigativo sobre la contabilidad de crecimiento económico y definen como un método empírico que permite el descomponer el crecimiento observado del valor agregado bruto en componentes asociados con cambios en los insumos factoriales como el capital, mano de obra, y la evolución de la productividad total de los factores (PTF), para entender las fuentes de crecimiento del producto.

La contabilidad de crecimiento es una herramienta funcional y matemática que utiliza para realizar un desglose de los factores específicos que contribuyen al crecimiento económico. Esta herramienta cuantitativa considera principalmente tres factores principales que son: el mercado laboral o trabajo, el capital y la tecnología.

Este método contable acerca del crecimiento analiza el marco analítico contable que permite medir los principales factores que contribuyen al crecimiento económico que proviene de aumentos del capital, del trabajo o del progreso tecnológico.

El Autor e investigador, Hulten (2009) sostiene que la contabilidad del crecimiento evalúa un elemento de ampliación que fluctúa con el tiempo, conforme se modifica la eficiencia de los insumos de capital y trabajo, y utiliza el resultado obtenido para descomponer el

aumento del producto real en dos partes: una que se relaciona con esos insumos y otra que se refiere a la productividad.

La práctica matemática de la contabilidad de crecimiento divide a la expansión de la producción de un país en dos partes. La primera parte corresponde a la producción que matemáticamente atribuye al crecimiento de los diferentes factores que inciden directamente en la producción, en esta parte la tecnología permanece como constante. La segunda parte es el crecimiento que atribuye tan solo al incremento o disminución en el paquete tecnológico (Hugget, 2018).

Según el autor Huggett, sostiene que el análisis del ejercicio matemático sobre la contabilidad de crecimiento inicia a partir de la función de producción neoclásica que lo representamos a continuación:

$$Y = A_t F(K_t, L_t)$$

Aplicando diferenciación total y parcial con respecto al tiempo en la ecuación anterior se obtiene:

$$Y_t = \dot{A}_t F(K_t, L_t) + A_t F(K_t, L_t) K_t + A_t F(K_t, L_t) L_t$$

Ahora, derivando Y con respecto a las variables A , K y L se obtiene:

$$\frac{Y_t}{Y_t} = \frac{A_t F(K_t, L_t)}{Y_t} + \frac{A_t F_K(K_t, L_t) K_t}{Y_t} + \frac{A_t F_L(K_t, L_t) L_t}{Y_t}$$

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t} + \frac{A_t F_K(K_t, L_t) K_t}{Y_t} - \frac{\delta K_t}{K_t} - \frac{A_t F_L(K_t, L_t) L_t}{Y_t}$$

Expresando la ecuación siguiente con el símbolo α_t :

$$\frac{A_t F_K(K_t, L_t) K_t}{Y_t}$$

Y esta ecuación con el símbolo β_t :

$$\frac{A_t F_L(K_t, L_t) L_t}{Y_t}$$

Se obtiene:

$$\frac{Y_t}{Y_t} = \frac{A_t}{A_t} + \alpha_t \frac{K_t}{K_t} + \beta_t \frac{L_t}{L_t}$$

Es preciso argumentar que, α_t representa la participación del factor capital dentro de la producción total y β_t representa la participación del factor trabajo dentro de la producción total. A continuación, se realizará la aproximación de la ecuación en los datos de las tasas de crecimiento en este estudio, con respecto a otras tasas de crecimiento de períodos de tiempo inmediatos aplicando primeras diferencias. Entonces se representa la ecuación de la siguiente forma:

$$\frac{Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t}$$

$$\frac{A_t}{A_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} = \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t}$$

$$\frac{K_t}{K_t} = \frac{\Delta K_t}{K_t} = \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t}$$

$$\frac{L_t}{L_t} = \frac{\Delta L_t}{L_t} = \frac{L_{t+1} - L_t}{L_t}$$

Obteniendo así la ecuación fundamental de la contabilidad del crecimiento de Solow:

$$\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha t \frac{\Delta K_t}{K_t} + \beta t \frac{\Delta L_t}{L_t}$$

Representando se obtiene:

$\frac{\Delta Y_t}{Y_t}$ = Tasa de crecimiento de la producción agregada

$\frac{\Delta A_t}{A_t}$ = Cambio tecnológico, o productividad total de los factores (PTF)

$\frac{\Delta K_t}{K_t}$ = Tasa de crecimiento del stock de capital físico

$\frac{\Delta L_t}{L_t}$ = Tasa de crecimiento del factor trabajo

En este sentido, la ecuación indica que el crecimiento de la producción agregada de la economía es igual a la suma de la tasa de crecimiento tecnológico $\frac{\Delta A_t}{A_t}$ (o PTF), la tasa de crecimiento del capital multiplicado por αt , y la tasa de crecimiento del factor trabajo multiplicado por βt (Huggett, 2018).

Modelo de Solow – Swam ampliado

Si nos metemos en materia de economía específicamente al estudio de crecimiento económico y modelos de crecimiento endógeno, podemos decir que el modelo de crecimiento de Solow se centra en la capacidad productiva de un país, cuyas variables suelen expresarse en términos per cápita. Es decir, en el modelo consideramos que toda la población de un país corresponde a su fuerza laboral y que el producto por persona es equivalente al producto generado por cada trabajador.

El autor Solow (1956), en su modelo clásico propone estudiar el crecimiento económico asumiendo una función de modelo de producción con rendimientos decrecientes en el factor capital (K), tomando las tasas de ahorro y de crecimiento de la población como exógenas. También Solow evidenció que estas dos variables influirían en el ingreso por persona en el estado de equilibrio, ya que las tasas de crecimiento del ahorro y de la población difieren entre las naciones, llevando a distintas situaciones de equilibrio. La idea fundamental sería que a mayor tasa de ahorro, más riqueza tendrán los países, y a medida que las tasas de crecimiento poblacional sean más altas, más empobrecidos estarán los países (Solow, 1956).

El autor Mankiw, señala que el modelo Solow-Swan no es perfecto, porque, aunque señala correctamente la dirección de cómo el crecimiento del ahorro y de la población influyen, no acierta en las magnitudes de esos efectos, pues en los datos analizados, el impacto de ambas variables en los ingresos es exagerado (Mankiw, 1992).

A partir de ello, Mankiw et al. (1992), basándose en el modelo de 1956, desarrollaron lo que se denominaría modelo Solow-Swan ampliado, por medio de la inclusión de la acumulación de capital humano (H) y de capital físico (K). En este contexto, por capital humano se entiende el conjunto de conocimientos, habilidades, cualidades y destrezas que poseen y utilizan los trabajadores (L) de la economía en sus actividades profesionales dando a espacio a que aumenten su productividad y sus remuneraciones por encima del promedio poblacional (Blanchard, 2012). En este modelo el autor argumenta en la eliminación del factor capital humano (H) en el modelo Solow-Swan clásico, potencialmente, explica sus tres razones por las cuales la influencia estimada de las tasas de crecimiento del ahorro y la población resulta demasiado grande

Primero, a cualquier tasa específica de acumulación de capital humano (H), un aumento en la tasa de ahorro o una disminución en la tasa de crecimiento poblacional resulta en ingresos más elevados y, por ende, en un capital humano (H) más alto. Por lo tanto, la acumulación de capital físico (K) y el crecimiento poblacional ejercen un mayor efecto sobre los ingresos cuando se considera la acumulación de capital humano (Mankiw, 1992)

Segundo, la formación de capital humano (H) podría estar relacionada con los niveles de ahorro y el crecimiento demográfico, lo que sugiere que no considerar la

acumulación de capital humano (H) afecta los coeficientes calculados acerca del ahorro y el crecimiento de la población (Mankiw, 1992)

En la misma línea, al incorporar el capital humano en la fórmula, comenzando desde una función de producción Cobb Douglas, el modelo se presenta como:

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta [A_t L_t]^{1-\alpha-\beta}$$

Donde:

Y_t = Producción agregada

K_t = Stock de capital

H_t = Stock de capital humano

A_t = Cambio tecnológico, o Productividad total de los factores (PTF)

L_t = Número de trabajadores

α = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor capital

β = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor trabajo.

Este modelo supone que, a través de la función de producción, cada unidad de consumo puede convertirse fácilmente en una unidad de capital físico (K) o capital humano (H), y que ambos tipos de capital (K y H) se deprecia a las mismas tasas. Además, se considera que $\alpha + \beta < 1$, lo que supondría que hay rendimientos cada vez menores en los dos factores de capital. Si $\alpha + \beta = 1$, entonces habrá rendimientos constantes a escala en los recursos que se pueden reproducir, lo que indica que no se presenta una situación de equilibrio para el modelo (Mankiw, 1992).

METODOLOGÍA DE TRABAJO

El presente trabajo tratará de cuantificar en el modelo el factor *stock de capital* en Venezuela en el periodo comprendido 1954 – 2019, mediante la utilización de datos cuantitativos existentes en la base de datos de *Penn World Table* (PWT, por sus siglas en inglés). Estos datos contienen información muy importante sobre niveles relativos de ingresos, producción, insumos y productividad y esta contiene de los 182 países del mundo desde año 1950 a 2020.

Además, se acudirá a las fuentes de información bibliográfica, estudios previos realizados sobre el tema de crecimiento económico, artículos científicos y base de

datos de Banco Central de Venezuela (BCV) para abordar datos cuantitativos, económicos y fuentes bibliográficas con la finalidad de presentar un trabajo sostenido en bases científicas. El tipo de investigación será de carácter descriptivo, que demuestre los análisis de data y en base de análisis de los determinantes de crecimiento económico de Venezuela. El modelo econométrico que se utilizará en este trabajo para su análisis será el paquete econométrico *Eviews*.

Data

- PIB real a precios nacionales constantes de 2017 (en millones de US\$ de 2017) = rgdpna.
- Stock de capital = k
- Número de personas contratadas = fl
- Índice de capital humano, basado en años de escolaridad y retornos a la educación, ver capital humano en PWT9 = hc.
- Productividad Total de Factores (PTF) en PPA actuales = ctfp

Tabla 1. Datos Penn world tables, Venezuela.

Year	PIB	k	fl	hc	ctfp
1954	2673.11353	135962.0781	1.92147791	1.26145828	0.920521379
1955	2851.5415	146011.1094	1.98984623	1.27140832	0.876676202
1956	3134.00708	157058.2969	2.05539036	1.2760514	0.90326041
1957	3435.2417	168653.1719	2.12309384	1.28071141	0.932077765
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
2010	18159.3438	2506466.5	12.0098	2.58825922	0.590138376
2011	18917.7695	2741270.5	12.2374001	2.62051511	0.623304546
2012	19982.0625	2743113.75	12.4182997	2.65317297	0.621295512
2013	20250.4473	2543153	12.7905998	2.68623757	0.601888716
2014	19461.8125	1803540.875	12.9341164	2.7197144	0.464633167
2015	18251.0195	1761539.5	12.9779902	2.75360847	0.198213503
2016	15140.9854	622800.5625	12.7482691	2.787925	0.136491895
2017	12768.1797	230657.3125	12.4493437	2.82266927	0.070610814
2018	10262.877	224248.5156	12.0869102	2.85784626	0.065419927
2019	6670.87012	217905.1094	11.6943998	2.8934617	0.054415736

Fuente: Penn world tables

Esta base de datos será utilizada para elaborar el desarrollo de los modelos en paquete software econométrico Eviews, tomando en cuenta la definición de las variables y factores para este estudio de caso.

Modelo econométrico:

Para el análisis del modelo econométrico en este trabajo investigativo se utilizará el paquete tecnológico de software Eviews 12.0; y los datos a utilizar en sus respectivas variables se extraen de la tabla mundial Penn (Penn World Table o PWT). Esta tabla mundial es una base de datos que proporciona datos sobre el PIB real, el PIB per cápita, la productividad y otros indicadores económicos para diferentes países a lo largo del tiempo.

Los datos empleados en esta ecuación y modelo econométrico son de datos de Penn World Table (PWT, por sus siglas en inglés). Estos datos ofrecen una información decuada sobre los 182 países del mundo desde el año 1950 y entre los países presentados en PWT, se encuentra el país Venezuela con sus respectivos datos estadísticos entre los años comprendidos 1954 – 2019.

El enfoque para implementar la contabilidad del crecimiento se basará en una regresión lineal utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios, usando datos temporales derivados de la función de producción Cobb-Douglas en su forma intensiva, incorporando también el capital humano según lo sugerido por el autor Mankiw en 1992.

Las variables utilizadas para este modelo de ecuación son las que se determinó para el estudio de caso, índice de capital Humano, Stock de capital, fuerza laboral, Nivel de productividad total de factores, y PIB real, las cinco variables son las que permiten determinar el nivel de crecimiento económico.

Tabla N 2. Variables

Variable	Coefficient
RGDPNA (PIB real)	C(1)
CN (Stock de Capital)	C(2)
EMP (Número de personas contratadas)	C(3)
HC (Índice de capital humano)	C (4)
CTFP (Nivel de productividad total de factores)	C(5)

Fuente: Penn world tables

Ecuación estimada

En el marco del modelo Solow-Swan ampliado, una manera alternativa de estimar la contabilidad del crecimiento se puede lograr a través de una función de producción en forma intensiva, es decir en términos por trabajador. Sea la función Cobb-Douglas:

La ecuación en función de producción en términos agregados se presenta a continuación:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha (HL_t)^\beta$$

Donde:

Y_t = Producción agregada

K_t = Stock de capital

H_t = Capital humano

A = Cambio tecnológico, o Productividad total de los factores (PTF)

L_t = Número de trabajadores

α = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor capital

β = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor trabajo.

También existe otra manera de desarrollar el ejercicio de la ecuación de contabilidad del crecimiento, el cual consiste en llevar la función de producción Cobb-Douglas a términos por trabajador, es decir dividiendo la función de producción entre el factor trabajo (HL):

Ecuación función de producción en términos por trabajador:

$$\frac{Y_t}{HL_t} = \frac{AK_t^\alpha (HL_t)^\beta}{HL_t}$$

Obteniendo la función de producción en su forma intensiva se estima:

$\beta = 1 - \alpha$ Para rendimientos a escala constante de la función de producción.

$$\frac{Y_t}{HL_t} = \frac{AK_t^\alpha (HL_t)^{1-\alpha}}{HL_t}$$

Desarrollando la ecuación se obtiene:

$$\frac{Y_t}{HL_t} = AK_t^\alpha (HL_t)^{1-\alpha-1}$$

Siguiendo con el desarrollo se obtiene:

$$\frac{Y_t}{HL_t} = AK_t^\alpha (HL_t)^{-\alpha}$$

Simplificando la ecuación se obtiene:

$$\frac{Y_t}{HL_t} = \frac{AK_t^\alpha}{(HL_t)^\alpha}$$

$$y_t = A \left(\frac{K_t}{HL_t} \right)^\alpha$$

Ahora se obtiene la función de producción Cobb Douglas en su forma intensiva:

$$y_t = AK^\alpha$$

Donde:

Y_t = Producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano)

A = Cambio tecnológico o Productividad total de factores (PTF)

K = Stock de capital físico por trabajador (medido con un ajuste por capital humano)

Utilizando el logaritmo natural de en toda la ecuación y con diferencias con respecto al tiempo se obtiene la ecuación fundamental de la contabilidad del crecimiento, pero en términos intensivos bajo el enfoque del modelo Solow-Swan ampliado, debido a la inclusión de la variable de índice de capital humano como medida de ajuste al factor trabajo o fuerza laboral:

Para una función lineal se procederá a transformar la ecuación en una función Cobb-Douglas log natural-lineada, a través de la implementación de logaritmos naturales, la ecuación resultante es la siguiente.

$$\ln y_t = \ln A + \alpha \ln K$$

Donde:

$\ln y_t$ = Logaritmo natural del producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad).

$\ln k$ = Logaritmo natural del stock de capital por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad).

$\ln A$ = Productividad total de los factores.

α = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor capital.

Realizando la operación en términos per cápita es decir en función de la producción entre el factor trabajo, y

ajustando las variables a utilizar y presentado en el apartado anterior (variables utilizadas para este modelo de ecuación) en la ecuación lineal se determina lo siguiente:

$HL(t) = HC * L$ seguidamente se divide todo el modelo entre $K(t)/HL(t)$ y todo este modelo dividirlo el producto ajustado por (fuerza laboral) y capital humano y por último stock de capital dividirlo entre fuerza laboral ajustado por capital humano, de manera que se representa de la siguiente forma: $Y(t)/HL(t)$.

Donde:

HL = función de producción

HC = Índice de capital humano

L = Fuerza laboral

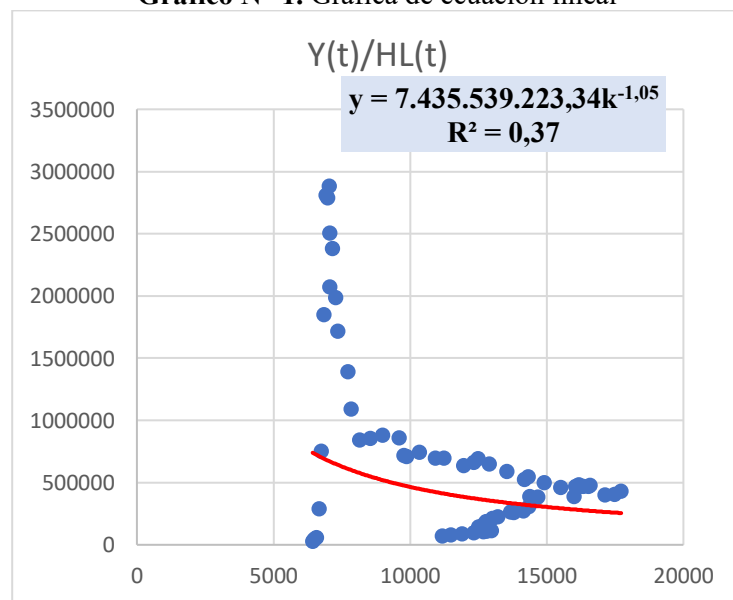
K = Stock de capital

Y_t = Producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano).

Según las variables utilizadas en el modelo y la ecuación $K(t)/HL(t)$, representa la variable explicativa y el modelo $Y(t)/HL(t)$, viene a ser la variable explicada.

Realizando el grafico con la variable logarítmica se obtiene un resultado de la ecuación del gráfico.

Gráfico N° 1. Gráfica de ecuación lineal



Fuente: Penn world tables, elaboración y cálculos propios.

De acuerdo con el análisis respectivo se procede a presentar la representación de la ecuación del gráfico o

del modelo a utilizar en este trabajo investigativo, en la cual la función de la producción potencial se presenta en la ecuación.

Los elementos coincidentes en el gráfico ilustrado, presenta cuando la variable se encuentra en logaritmo la pendiente de la función de regresión o de la función lineal es el coeficiente de la elasticidad, igualmente en la función potencial que en este caso es negativo, estos datos son demostrados en la base de datos de la tabla mundial (Penn World Tables PWT). En esta ecuación no se trabajó con la variable de productividad de factores porque eso lo arroja directamente se calcula con la función potencial o la función lineal que se lo lleva a logaritmo.

RESULTADOS

Determinación del modelo de regresión lineal simple

A continuación, se procede a especificar el modelo univariante en la siguiente ecuación:

$$\ln y_t = \ln A + \alpha \ln K$$

En este caso se procederá a utilizar las variables ajustadas con logaritmo natural y las variables explicadas en apartado anterior.

Determinación de modelo de regresión múltiple

Para determinar el modelo multivariante, en el presente documento se procede a especificar cada una de las variables que intervienen en la investigación, también en este modelo se utilizó logaritmo natural para cada una de las variables (Productividad total de factores, Stock de capital, producto por trabajador), para un ajuste mejor del modelo a correr (Villalobos, Molero y Castellano, 2021).

Las variables que intervienen en este modelo econométrico son las siguientes:

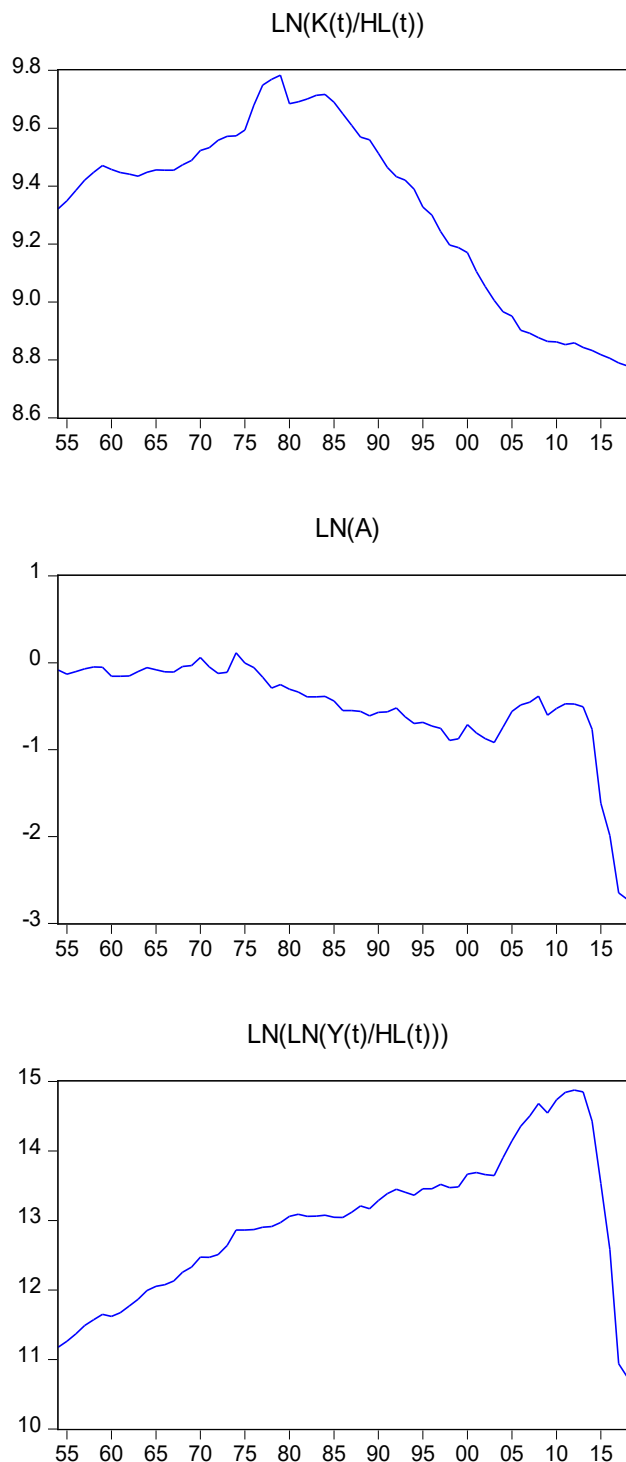
Ln yt = Logaritmo natural del producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad).

Ln k = Logaritmo natural del stock de capital por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad).

Ln A = Productividad total de los factores.

A continuación, se procede a realizar una gráfica con los datos de todas las variables que intervienen en el modelo, para observar la forma en la que se estiman cada uno de los datos.

Gráfico N° 2 Representación de variables

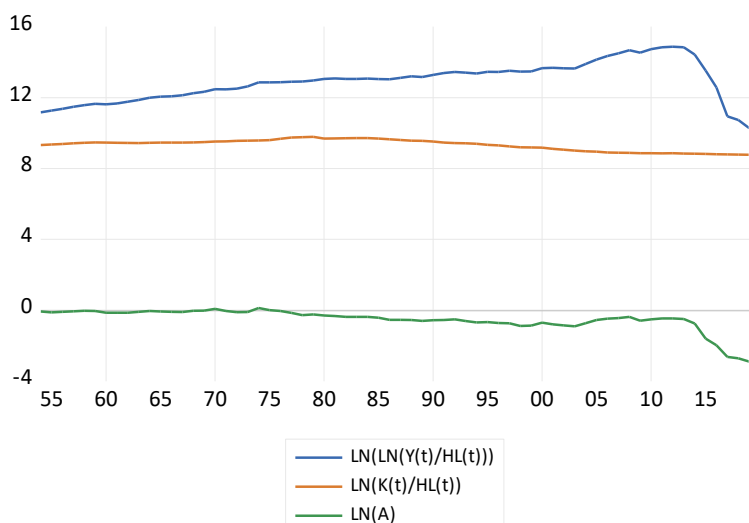


Fuente: Penn World Tables,

La ecuación de regresión múltiple en el momento en que se anexa la variable de productividad total de factores (PTF) y con la constante, procede a representar un mejor ajuste al modelo.

Para graficar las 3 ecuaciones la ecuación observada, regresión lineal, la regresión múltiple se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico N° 3. Gráfico de estimación de regresión múltiple



Fuente: Penn World Tables, elaboración propia.

Posteriormente, se procede a especificar el modelo econométrico con los coeficientes obtenidos al correr el modelo econométrico en el programa obteniendo la siguiente ecuación:

Tabla N° 3. Resultado de modelo de regresión múltiple

Dependent Variable: D(LNY)
Method: Least Squares
Date: 04/19/23 Time: 23:45
Sample (adjusted): 1955 2019
Included observations: 65 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LNK)	0.028596	0.533734	0.053577	0.9574
D(LNCPTF)	1.603.429	0.104541	1.533.780	0.0000
C	0.056157	0.017896	3.137.973	0.0026
R-squared	0.791755	Mean dependent var		-0.013854
Adjusted R-squared	0.785037	S.D. dependent var		0.291362
S.E. of regression	0.135087	Akaike info criterion		-1.120.737
Sum squared resid	1.131.411	Schwarz criterion		-1.020.381
Log likelihood	3.942.395	Hannan-Quinn criter.		-1.081.140
F-statistic	1.178.630	Durbin-Watson stat		1.616.529
Prob(F-statistic)	0.000000			

Determinación de Mínimo Cuadrado Ordinario

En estadística el método de mínimos cuadrados ordinarios se utiliza para calcular la recta de regresión lineal simple. En este método estadístico se utilizaron las mismas variables explicativas y mediante la aplicación de método de ecuación se obtiene los resultados de MCO en la siguiente tabla.

Tabla N° 4. Método de mínimos cuadrados ordinarios MCO.

Dependent Variable: PIBF

Method: Least Squares

Date: 04/21/23 Time: 16:08

Sample (adjusted): 1955 2019

Included observations: 65 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNK	-7.397.969	0.001162	-63656.49	0.0000
LNYP3	6.027.567	0.000396	15239106	0.0000
LNCPTF	-4.942.000	0.000603	-8194215.	0.0000
C	-65476.05	0.014452	-4530527.	0.0000
R-squared	1.000.000	Mean dependent var		10615.65
Adjusted R-squared	1.000.000	S.D. dependent var		4.708.220
S.E. of regression	0.001880	Akaike info criterion		-9.655.091
Sum squared resid	0.000216	Schwarz criterion		-9.521.283
Log likelihood	3.177.905	Hannan-Quinn criter.		-9.602.295
F-statistic	1.34E+14	Durbin-Watson stat		2.304.872
Prob(F-statistic)	0.000000			

Los resultados demuestran que las variables observadas en donde se realizaron ajustes de las mismas con logaritmos y las estimaciones respectivos con método forecast, y mediante algoritmos.

Se observa en la tabla de MCO que las variables ajustadas mantienen un comportamiento adecuado y no rechazan la hipótesis nula y dotan de nivel de significancia y probabilidad bueno. El R2 calculado se encuentra en nivel óptimo, y en este modelo no existe auto correlación y por lo tanto se puede observar que el modelo y la correlación lineal, es casi perfecta.

Análisis de la productividad total de factores

Una vez obtenidas las elasticidades en la función de producción Cobb-Douglas intensiva, se procedió a estimar la tasa de crecimiento de la variable Productividad Total de Factores (PTF) para el caso de estudio a través de la metodología de la contabilidad del crecimiento establecida por Solow (1957).

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos de la descomposición de las variables que integran en la medida del crecimiento económico de Venezuela durante el periodo 1954 – 2019

Tabla N° 5. Variables de Crecimiento económico de Venezuela

PIB Real %								
Venezuela	Periodo (años)							
	54 - 64	65 - 74	75 - 84	85 - 94	95 - 04	2005 - 2014	2015-2019	1954 - 2019
	6.15%	4.83%	0.96%	2.62%	1.05%	3.56%	-18.23%	1.42%
Stock de Capital %								
Venezuela	Periodo (años)							
	54 - 64	65 - 74	75 - 84	85 - 94	95 - 04	2005 - 2014	2015-2019	1954 - 2019
	4.99%	5.48%	5.71%	1.23%	0.78%	2.49%	-2.05%	3.26%
PTF %								
Venezuela	Periodo (años)							
	54 - 64	65 - 74	75 - 84	85 - 94	95 - 04	2005 - 2014	2015-2019	1954 - 2019
	0.26%	1.97%	-3.75%	-2.56%	-0.56%	-2.03%	-22.78%	-4.26%
Factor Trabajo %								
Venezuela	Periodo (años)							
	54 - 64	65 - 74	75 - 84	85 - 94	95 - 04	2005 - 2014	2015-2019	1954 - 2019
	3.18%	2.92%	2.75%	3.59%	2.94%	2.20%	-2.06%	2.82%

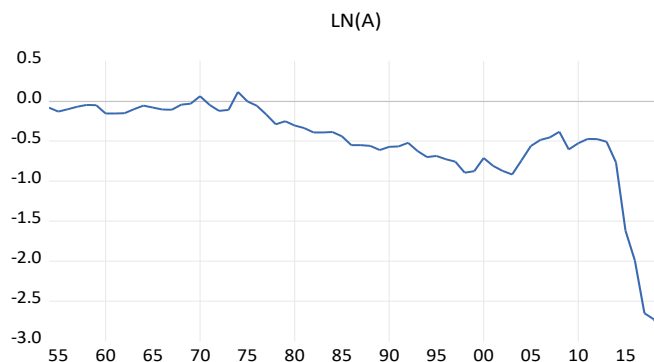
Fuente: Penn world tables, elaboración y cálculos propios.

En los resultados de la tabla se observa que en el periodo 1954 – 2019 el PIB real creció a una tasa promedio 1.42%, en su punto más alto de crecimiento de PIB es de 6.15% en el periodo 1954 al 1964 (una década). La variable Stock de capital ha tenido un rendimiento positivo, obteniendo un promedio de crecimiento en 3.26%, esta variable presenta un crecimiento negativo en el año 2015 en adelante esto es debido a la crisis profunda sufrida por el fenómeno hiper inflación y otros factores negativos que se presentaron en ese periodo de tiempo.

La variable PTF, productividad total de factores presenta resultados no favorables para el aporte de crecimiento, esto se debe al índice negativo en su nivel de crecimiento económico.

Por último, la variable factor trabajo (ajustado por índice de capital humano), presenta una tasa de crecimiento promedio de 2.82% en el periodo de 1954 – 2019, en su punto más bajo de crecimiento con -2.06%, como se conoce fue en el periodo de profunda crisis económica, política y social de Venezuela en el año 2015 – 2019, y en su punto más alto con 3.59% fue en el periodo de 1985 – 1994.

Gráfico N° 4. Comportamiento de la variable de LN(A) (Productividad total de factores)



Fuente: Penn world Tables, cálculos propios.

Como se puede observar en el gráfico la variable tiene un comportamiento negativo, y más aún en caída en los últimos años de periodo de estudio de caso, es decir del año 2015 – 2019, esto se debió a la profunda crisis económica y política de Venezuela en ese periodo cientos de miles de venezolanos migraron hacia otros países vecinos en busca de mejores oportunidades para sobrevivir.

CONCLUSIONES

En esta investigación, se observó que el modelo de regresión lineal simple, aplicado en este caso de estudio, con cada una de las variables independientes; corridos en el modelo econométrico Eviews, se demuestra que las tres variables; el stock de capital y logaritmo de productividad total de factores y el logaritmo de K, desarrollan un buen ajuste al modelo econométrico, y las probabilidades todas son significativas.

Al analizar el modelo de regresión múltiple, obteniendo los resultados se observa que realiza un buen ajuste las variables y existen elementos positivos y existe una relación positiva con respecto a la variable CPTF (Productividad) y negativa con respecto a la variable Stock de capital porque se ha ido depreciando. Mediante al análisis de la teoría de crecimiento y en comparación a los cálculos y ejercicios desarrollados las variables presentan comportamientos relativamente favorables al crecimiento económico de Venezuela.

En esta investigación se acepta el modelo de regresión múltiple porque el modelo explica en su conjunto las

variables con ajustes y nivel de significancia moderados. Las elasticidades de productividad con respecto al factor capital social tienen comportamientos adecuados con el modelo Solow Swan ampliado.

En este artículo se evidenció que la dinámica de stock de capital en la economía venezolana en el periodo de estudio (1954 – 2019). El stock de capital es una variable fundamental en casos de estudios de crecimiento económico de un país. También se demostró que el determinante stock de capital con mediciones de fuerza laboral, constituyen los factores claves que permiten analizar la función de producción de una economía, así también permite determinar la dinámica de crecimiento económico de largo plazo..

BIBLIOGRAFÍA

- Antunes, R. (2019). Trabajo y capitalismo para el sector de manufactura. Obtenido de http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20191024033521/Trabajo_y_capitalismo.pdf
- BCV, Banco Central de Venezuela. (21 de Mayo de 2024). <https://www.bcv.org.ve/>. Obtenido de <https://www.bcv.org.ve/>
- Blanchard, O. A. (2012). Macroeconomía (5ta ed.). Madrid: Pearson Education, S.A., 45-73.
- CEPAL. (1996). La transformacion desarrollo industrial america latina Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/12036-la-transformacion-desarrollo-industrial-america-latina>
- Enríquez, I. (2016). Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rlde/n25/n25_a04.pdf
- Enríquez, P. I. (2016). Las teorías del crecimiento: Notas críticas para incursionar en un debate inconcluso. Scielo, 73-125.
- Hugget, M. (2018). Growth accounting lecture presentation [Classroom. Georgetown University, 34-67.
- Melcher Dorothea (1992) Industrializacion en Venezuela. (1991). Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/19211/articulo3.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- krieger. (2017). Fundamentos de la Dolarizacion . Obtenido de https://sites.krieger.jhu.edu/iae/files/2017/04/Basics_of_Dollarization_Spanish.pdf
- Loría, E. (2018). Obtenido de <file:///C:/Users/operaciones/Downloads/FEBRERO%202022/63506-Texto%20del%20art%C3%ADculo-203618-1-10-20190402.pdf>
- Lovato, S. (2019). Incidencia del crecimiento económico del sector manufacturero sobre el Producto Interno Bruto en Ecuador Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/290/29059356014/29059356014.pdf>
- Mankiw, G. R. (1992). A contribution to the empirics of. The Quarterly Journal of Economics, 407-437.
- Marquez, L. (2020). Desarrollo y crecimiento económico: Análisis teórico desde un enfoque cuantitativo. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/280/28063104020/html/>
- Medeiros, V. (2019). La competitividad y sus factores determinantes: un análisis sistémico para países en desarrollo. Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/45005/RVE129_Medeiros.pdf
- Miranda, D. R. (2017). Industrialización y desindustrialización de Venezuela. Ensayos de economía, 87-101.
- Oleas, J. (2015). Ecuador 1980-1990: crisis, ajuste y cambio de régimen de desarrollo. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-22532017000100210
- Ricoy, Carlos J.(2005) La teoría del crecimiento económico de Adam Smith Economía y Desarrollo, vol. 138, núm. 1, enero-julio, 2005, pp. 11-47 Universidad de La Habana. La Habana, Cuba Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4255/425541308001.pdf>
- Urdaneta, A. (2019). Dolarización de la economía venezolana desde el enfoque de la demanda de dinero. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/280/28065583007/28065583007.pdf>
- Valdivia, M. y Otros (2017). La geografía y la economía en sus vínculos actuales : una antología comentada del debate contemporáneo Obtenido de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/crim-unam/20170505052459/pdf_664.pdf

Villalobos Valencia, Ángel D., Molero Olivo, L. E. ., & Castellano, A. G. (2021). Análisis de la productividad total de los factores en América del Sur en el período 1950-2014. *Lecturas De Economía*, (94), 127–163. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n94a341253>

Zambrano, L. (2021). Dolarización y Desdolarización ¿un dilema en Venezuela? Obtenido de <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/2022/06/IIES-UCAB-Nota-16-Dolarizacion-y-Desdolarizacion-LZS.pdf>

Anexos:

Year	PIB	k	Fl	hc	ctfp
1954	267.311.353	1.359.620.781	192.147.791	126.145.828	0.920521379
1955	28.515.415	1.460.111.094	198.984.623	127.140.832	0.876676202
1956	313.400.708	1.570.582.969	205.539.036	12.760.514	0.90326041
1957	34.352.417	1.686.531.719	212.309.384	128.071.141	0.932077765
1958	353.594.507	1.795.045.156	219.302.702	128.538.847	0.952651441
1959	372.802.124	1.902.712.813	226.526.403	129.008.257	0.948587418
1960	351.865.625	1.949.382.188	234.609.985	129.479.373	0.856354296
1961	367.356.592	1.992.190.625	241.365.623	130.171.049	0.855885088
1962	40.302.417	2.045.902.188	248.315.835	13.086.642	0.85883975
1963	42.958.291	2.098.867.969	255.466.104	131.565.499	0.903226674
1964	485.716.406	2.196.012.656	262.822.342	132.268.322	0.944537699
1965	509.320.752	2.289.966.406	270.940.876	132.974.899	0.921574533
1966	505.090.869	2.360.327.656	277.938.199	133.973.479	0.899985611
1967	526.993.457	2.434.652.656	28.511.622	134.979.558	0.89711678
1968	577.051.807	255.843.875	292.479.658	135.993.195	0.956166923
1969	608.079.004	268256.5	300.033.236	137.014.449	0.968194902
1970	680.715.234	289.324.375	30.828.681	138.043.368	1.061.419.725
1971	70.162.041	3.118.839.375	32.114.048	141.207.051	0.951923728
1972	724.474.951	338319.25	331.313.848	14.444.325	0.884361446
1973	769.794.092	366837.75	345.987.105	147.753.596	0.894485235
1974	816.471.143	394.107.625	361.283.636	151.139.832	1.120.282.054
1975	866.011.719	4.303.888.125	376.319.981	15.460.366	0.994983077
1976	941.969.336	4.779.043.125	37.032.001	159.543.252	0.943264604
1977	100.528.984	5.422.858.125	378.110.027	164.640.665	0.84613657
1978	102.678.652	6.033.165.625	399.449.968	16.990.093	0.747539401
1979	104.049.932	6.440.561.875	410.619.974	174.231.875	0.777203977
1980	101.980.918	673.382.875	463.509.989	178.411.388	0.736073852
1981	101.673.047	707.212.625	480.119.991	179.162.419	0.714433849
1982	102.366.748	7.370.221.875	492.729.998	179.916.608	0.675088704
1983	966.168.262	743.276.125	493.400.002	180.673.969	0.67543596
1984	953.087.305	743.849.625	49.380.002	181.434.524	0.67864579
1985	954.929.688	748.737.125	510.610.008	182.198.286	0.649855572
1986	101.709.893	755222	539.599.943	182.045.066	0.575925767
1987	105.352.793	7.593.711.875	569.420.004	181.891.978	0.575973749
1988	111.485.762	7.717.788.125	603.539.991	181.739.008	0.570867002
1989	101.931.563	7.708.838.125	611.259.985	181.586.182	0.541983008
1990	108.524.434	766267.25	640.450.001	181.433.475	0.564218283
1991	11.908.374	7.723.214.375	670.120.001	184.804.356	0.567140698
1992	126.300.771	793884	698.640.013	188.237.846	0.593073487
1993	126.648.594	811911.5	710.269.928	191.735.148	0.536129415
1994	123.672.979	820.597.625	726.590.014	195.297.408	0.496902317
1995	128.560.117	828.757.375	766.699.982	198.925.865	0.503702164
1996	128.305.771	832.969.625	78.190.999	202.065.086	0.482830077
1997	136.480.039	852334	828.680.038	205.253.863	0.469278991
1998	13.688.125	8.795.799.375	871.070.004	208.492.923	0.408575475
1999	128.708.701	894693	87.262.001	211.783.147	0.41643858
2000	133.454.219	9.112.443.125	883.520.031	215.125.251	0.490371078
2001	137.984.014	9.411.078.125	940.270.042	21.893.363	0.444755375
2001	125.764.541	962.521.625	978.619.957	222.809.458	0.418026507
2003	11.601.124	979424	999.380.016	226.753.855	0.399478227
2004	137.225.518	1017406	102.487.001	230.768.108	0.476408482
2005	151.384.326	1.076.984.625	104.047.003	234.853.435	0.570362389
2006	166.329.277	1187281.75	110.166.998	239.718.819	0.615275443
2007	180.889.297	1.390.071.375	113.500.004	24.468.503	0.634640872
2008	190.436.309	1.694.535.625	117.048.998	249.754.095	0.681004584
2009	184.337.813	2084092	119.273.996	254.928.184	0.54665952901
2010	181.593.438	2506466.5	120.098	258.825.922	0.590138376
2011	189.177.695	2741270.5	122.374.001	262.051.511	0.623304546
2012	199.820.625	2743113.75	124.182.997	265.317.297	0.621295512
2013	202.504.473	2543153	127.905.998	268.623.757	0.601888716
2014	194.618.125	1.803.540.875	129.341.164	27.197.144	0.464633167
2015	182.510.195	1761539.5	129.779.902	275.360.847	0.198213503
2016	151.409.854	6.228.005.625	127.482.691	2.787.925	0.136491895
2017	127.681.797	2.306.573.125	124.493.437	282.266.927	0.070610814
2018	10.262.877	2.242.485.156	120.869.102	285.784.626	0.065419927
2019	667.087.012	2.179.051.094	116.943.998	28.934.617	0.054415736