

**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
(BICU)**



**DIRECCION DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
(DIP)**

Análisis de la función de producción Cobb-Douglas y su aplicación en el sector productivo nicaragüense

Autor: Simón Antonio Torres Sánchez

Bluefields, 24 de mayo del 2020

“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos

**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
(BICU)**



**DIRECCION DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
(DIP)**

Análisis de la función de producción Cobb-Douglas y su aplicación en el sector productivo nicaragüense.

Simón Antonio Torres Sánchez

Bluefields, 24 de mayo del 2020

“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Justificación.....	4
1.4. Planteamiento del problema.....	6
II. OBJETIVOS.....	6
2.1. Objetivo general.....	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
III. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1. Contribución del capital, el trabajo y la productividad total de los factores al crecimiento.....	7
3.2. La Función de Producción.....	8
3.3. La Tasa Marginal de Sustitución.....	8
3.4. Producto Marginal.....	9
3.5. Productividad marginal de los factores.....	9
3.5.1. Ley de rendimientos decrecientes a escala.....	10
3.5.2. Ley de rendimientos crecientes a escala.....	10
3.5.3. Periodo momentáneo, corto plazo y largo plazo.....	11
3.5.4. Crecimiento económico.....	11

3.5.5.	Función de producción de Cobb – Douglas.	12
3.6.	Algunos conceptos básicos para el análisis de producción Cobb-Douglas.	13
1.	Producción.	13
2.	Factores de producción.	14
3.	Stock de capital.	14
4.	Población económicamente activa.....	14
5.	Ocupados (empleados).....	15
6.	Desocupados (desempleados).....	15
IV.	DISEÑO DE LA METODOLOGÍA	15
V.	ANALISIS HISTORICO DE LA PRODUCCION PARA NICARAGUA PERIODO 1992 – 2018.....	17
5.1.	El Producto Interno Bruto (PIB).....	17
5.2.	Formación Bruta de Capital (FBC) público y privado.	22
5.3.	Trabajo (ocupados).....	24
VI.	DATOS, ANALISIS, INTERPRETACION Y ELABORACION DE RESULTADOS DEL MODELO COBB-DOUGLAS PARA NICARAGUA 1992-2018	29
6.1.	Los datos utilizados para estimar la función de producción Cobb-Douglas para Nicaragua	29
6.2.	Función de Producción Cobb-Douglas para Nicaragua 1992 – 2018.....	30
6.3.	Estimación y Evaluación Económica del modelo	30

6.4.	Detección de Multicolinealidad.....	33
6.4.1.	Corrección del problema de la presencia de multicolinealidad en el modelo.	37
6.4.2.	Prueba de normalidad de los residuos.	40
6.5.	Pruebas para la detección de heteroscedasticidad	41
6.5.1.	Pruebas para la detección de autocorrelacion	49
6.5.2.	Evaluación del modelo (económica y econométricamente).....	52
6.5.3.	Interpretación de los resultados de los valores.....	53
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
7.1.	Conclusiones.....	57
7.1.1.	Primer objetivo específico:.....	57
7.1.2.	Segundo objetivo específico:	61
7.1.3.	Tercer objetivo específico:	62
7.2.	Recomendaciones:	63
	Referencias Bibliográfica.....	65
	ANEXOS.....	67

RESUMEN

En este estudio se exponen los resultados obtenidos en aproximar una función de producción para Nicaragua, la cual brindara un mayor conocimiento de la contribución que hace cada uno de los factores productivos a la producción total de la economía. Los objetivos específicos del estudio son determinar el comportamiento de las variables a lo largo del periodo de estudio, de manera que expliquen, o aporten a la explicación del modelo a encontrar; determinar el tipo asociados con el proceso productivo y estimar la elasticidad entre los factores lograr series con propiedades estadísticas adecuadas para utilizarlas en las regresiones propuestas, planteamiento de hipótesis y estimación de parámetro.

Los resultados obtenidos pueden ser una base para evaluar las características globales del crecimiento del país ya que permiten determinar el aporte de cada uno de los factores productivos a ese proceso de crecimiento. Como la estimación de una función de producción proporciona información de la productividad media de los factores, esta también podría ser un elemento de juicio para comparar el desempeño sectorial de los recursos productivos, capital y trabajo.

Se seleccionó una ecuación tipo Cobb-Douglas en donde se determinó la presencia de rendimientos decrecientes a escala en el proceso productivo nicaragüense. Para la variable referente al factor capital se ha empleado el stock de capital (FBC público y privado) expresado en miles de córdobas constantes del 2006, para todo el periodo de estudio; así también para el insumo trabajo se ha utilizado la información referente al número de ocupados de la PEA.

Para la evaluación de los supuestos en la función de producción, se aplicaron pruebas exhaustivas tanto teóricas como econométricas; así para el problema de la multicolinealidad se realizaron las siguientes reglas practica: R^2 y razones t, análisis de las correlaciones de orden cero

y parciales, regresiones auxiliares, FIV, Farrar y Glouber. Posteriormente se aplicaron las medidas correctivas del problema omitiendo la variable tiempo (tecnología) para el modelo.

Para la detección de la heteroscedasticidad las pruebas aplicadas fueron: método gráfico, Prueba de Breusch-Pagan-Godfrey, Test de Glejser y Prueba de White. Posteriormente se aplicaron las medidas correctivas para dicho problema utilizando la técnica de *White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance (errores standard robustos de White)*.

Finalmente se aplicaron las pruebas para la detección de la autocorrelacion como son: Método Grafico y la prueba de Breusch-Godfrey. Se aplicaron las medidas correctivas con la técnica de *White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance (errores standard robustos de White)*.

En los resultados finales, mediante el diagnostico estadístico, se corrobora la existencia de rendimientos decrecientes con las pruebas respectivas (t y F) y se consideran que los resultados son satisfactorios pese a la limitación de la información disponible. Por último, se desea destacar que, de acuerdo a la literatura consultada, no existen antecedentes de estimaciones de funciones de producción a nivel agregado para Nicaragua.

ABSTRACT

This study presents the results obtained in approximating a production function for Nicaragua, which will provide a greater knowledge of the contribution that each of the productive factors makes to the total production of the economy. The specific objectives of the study are to determine the behavior of the variables throughout the study period, so that they explain, or contribute to the explanation of the model to be found; determine the type of yields associated with the production process and estimate the elasticity between the factors to achieve series with adequate statistical properties to use them in the proposed regressions, hypothesis approach and parameter estimation.

The results obtained can be a basis for assessing the global growth characteristics of the country since they allow determining the contribution of each of the productive factors to that growth process. As the estimation of a production function provides information on the average productivity of the factors, this could also be an element of judgment to compare the sectoral performance of productive resources, capital and labor.

A Cobb-Douglas type equation was selected where the presence of decreasing returns to scale in the Nicaraguan production process was determined. For the variable referring to the capital factor, the capital stock (public and private BCF) expressed in thousands of constant córdobas of 2006 has been used for the entire study period; likewise, for the work input, information regarding the number of PEA employees has been used.

For the evaluation of the assumptions in the production function, comprehensive theoretical and econometric tests were applied; thus, for the problem of multicollinearity, the following practical rules were carried out R^2 and t ratios, analysis of zero and partial correlations, auxiliary regressions, IVF, Farrar and Glouber. Subsequently, the corrective measures of the problem were applied, omitting the time variable (technology) for the model.

For the detection of heteroscedasticity the tests applied were: graphic method, Breusch-Pagan-Godfrey test, Glejser test and White test. Subsequently, corrective measures were applied for this problem using the White heteroscedasticity-consistent standard errors & covariance technique (White's robust standard errors).

Finally, the tests for the detection of autocorrelation were applied, such as Graphic Method and the Breusch-Godfrey test. Corrective measures were applied with the White heteroscedasticity-consistent standard errors & covariance technique (White's robust standard errors).

In the results, by means of the statistical diagnosis, the existence of deficient returns with the respective tests (t and F) is corroborated and the results are considered satisfactory despite the limitation of the available information. Finally, we wish to emphasize that, according to the literature consulted, there is no history of estimates of production functions at the aggregate level for Nicaragua.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1.Introducción.

Una base fundamental para que los países puedan acceder y mantenerse en los mercados altamente competitivos a nivel internacional, es que sean capaces de generar constante mejoras de productividad, que les permita competir en base a las innovaciones que realizan en sus procesos productivos. El aumento de la productividad no solo permite reducir costos sino también elevar la rentabilidad de los dueños del capital, así como los salarios de los trabajadores, mejorando la calidad de vida de sus habitantes y generando recursos para futuras inversiones productivas.

De manera frecuente se afirma que en Nicaragua existe una brecha en materia tecnológica y de capital humano, que impide que nuestros productores sean más productivos. Se han realizados esfuerzos desde el gobierno central, sector privado, instituciones y organismos internacionales, orientados a mejorar la productividad. Estos esfuerzos reflejan la importancia de la seguridad alimentaria, autosuficiencia de consumo doméstico y aumento del ingreso de las familias, como formas de enfrentar la pobreza. Además de la importancia de la producción agrícola para la alimentación animal y el uso industrial. Las políticas de competitividad aplicadas en el país deben tener como objetivo primordial el desarrollo de la eficiencia productiva.

El presente trabajo tiene como finalidad estimar una Función de Producción Cobb-Douglas aplicada a Nicaragua, para un periodo comprendido entre los años 1992 – 2018; a fin de determinar la productividad total de los factores (trabajo y capital), utilizados en el proceso de producción.

El estudio de las funciones de producción es de gran utilidad en el análisis de los procesos productivos sectoriales, el comercio internacional y de crecimiento económico, para determinar la eficiencia con la que utilizan o se combinan los factores productivos.

El trabajo comprende cinco partes, en la primera se expondrá los principales conceptos de la teoría en la que se basa la construcción de modelos a estimarse; en la segunda parte se presenta cual ha sido la evolución de las variables que son objeto de estudio para el caso nicaragüense; en la tercera sección se especificaran los modelos y se hará una evaluación acerca de los parámetros y finalmente en las secciones cuarta y quinta se realiza una valoración tanto económica como econométrica del modelo, se muestran los resultados de las pruebas econométricas, las conclusiones pertinentes y la justificación de los resultados de la investigación en los anexos correspondientes.

1.2. Antecedentes

En la literatura nacional, existe una limitación marcada sobre investigaciones econométricas en el campo productivo. Tenemos que iniciar un proceso de investigación empírica dentro de esa línea, incluyendo métodos de valoración de bienes y servicios ambientales tan necesario en nuestro país. La literatura extranjera ofrece amplia información relacionado a la función de producción y su aplicación empírica.

López & Palomares (1999), en el estudio titulado "Análisis de la función de producción agraria para distintos niveles de agregación", busca estimar la función de producción agraria para el caso español, así como comprobar si el planteamiento de diferentes niveles de agregación de los datos afecta a las repercusiones de multicolinealidad. Utilizó como variable dependiente la producción final agraria en un periodo de análisis de 1964 a 1994. Utilizó 13 factores agrupados en distintas variables. En lo que se refiere a los factores productivos utilizó diferentes magnitudes desagregadas en series de maquinarias, tierra y trabajo. Con la función de producción Cobb Douglas y el software Eviews concluye que la función de producción agregada para la agricultura

se ve adversamente afectada por presencia de multicolinealidad. Sugiere que, si el investigador está interesado en efectuar un análisis estructural y, por lo tanto, en estudiar coeficientes de manera desagregada en una estimación de la función de producción por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) no parece aconsejable agregar variables, perdiendo información, solo con la finalidad de reducir los efectos de la multicolinealidad.

Cortazar & Montaña (2011), en el estudio titulado "La función Cobb Douglas en la producción de algodón del Valle de Juárez: Aplicación a factores definidos e interpretación específica de resultados" tuvo como propósito elaborar una función de producción de algodón para el Valle de Juárez para auxiliar futuros proyectos y, de esta forma, realizar una adecuada proyección del uso de los factores, con el propósito de hacer más eficiente la inversión realizada en esta parte del sector agrícola. Los resultados concluyen rendimientos crecientes lo que significa que, al existir un incremento en una unidad de capital, dará como resultado un incremento en la producción de algodón de 94 por ciento. En el caso del factor trabajo se tiene también un efecto directo sobre la producción, es decir, si se aumenta una unidad de trabajo se tendrá como resultado un incremento de 40 por ciento sobre la producción.

Redondo, Francisco (2011), en el estudio titulado " La función de producción Cobb – Douglas y la economía española" analiza la función de producción basado en la obra de Solow, en trabajos aplicados a la economía española relacionados con la determinación de la posición cíclica y la contribución de los factores productivos al crecimiento. Se realizó una serie de contrastes econométricos para el periodo 1960–2010 que demuestran claramente que la función Cobb – Douglas no refleja la conexión entre producción y factores productivos (no existe tal función de producción agregada para ese periodo), y que su uso combinado con la Nairu distorsiona el análisis de la actividad económica española y, en particular, de la posición cíclica de la economía.

Olva, Herlay (2008), en la tesis titulada "Análisis de la función de producción Cobb Douglas y su aplicación en el sector productivo mexicano", analizó el sector productivo agropecuario mexicano para una serie de tiempo de 1980 al 2007 y a través del programa estadístico R y econométrico Stata, encontró rendimientos crecientes a escala con los factores PBI agropecuario y mano de obra ocupada.

Steve, Brito (2010), en la tesis titulada "Productividad y crecimiento económico: El caso de Guatemala 1970-2008", analiza que variables afectan la Productividad Total de los Factores (PTF). A través de un modelo de corrección de errores se encuentran que la PTF es afectada positivamente por el capital humano, la apertura comercial y las remesas familiares y negativamente por el gasto del gobierno, la inestabilidad macroeconómica y los shocks de los precios de petróleo. También se observa que el desarrollo de la PTF ha sido históricamente bajo y en la última década ha tendido a estancarse; principalmente por las condiciones externas y la falta de desarrollo de las políticas sociales y económicas para el país. Utiliza tres métodos para analizar la PTF: la metodología propuesto por Coeymans para entender la naturaleza de la función de producción agregada, la descomposición del residuo de Solow para estimar el aporte el capital, trabajo y PTF en el crecimiento económico y estudia cuales son los determinantes de la PTF a través de la metodología de Engle y Granger y de Pesaran, Shin y Smith.

1.3. Justificación

De manera frecuente se afirma que en Nicaragua existe una brecha en materia tecnológica y de capital humano, que impide que nuestros productores sean más productivos. Se han realizados esfuerzos desde el gobierno central, sector privado, instituciones y organismos internacionales,

orientados a mejorar la productividad. Estos esfuerzos reflejan la importancia de la seguridad alimentaria, autosuficiencia de consumo doméstico y aumento del ingreso de las familias, como formas de enfrentar la pobreza. Además de la importancia de la producción agrícola para la alimentación animal y el uso industrial. Las políticas de competitividad aplicadas en el país deben tener como objetivo primordial el desarrollo de la eficiencia productiva.

Desde un punto de vista económico, se plantea siempre una disyuntiva, es decir, hay que elegir entre distintas alternativas y no cabe defender a ultranza la conservación total de los recursos, ni tampoco la explotación masiva. Pero, ¿cuál es la solución final?, ¿qué criterios hay que utilizar para obtener una solución adecuada u óptima?, ¿quién tiene el poder de decidir?, ¿en nombre de quien hay que hacerlo?, etc. Todos estos interrogantes entrañan juicios de valor y es difícil obtener una respuesta rápida y compartida por todos. La Economía, en este sentido, no se va a pronunciar respecto a cómo se están gestionando los recursos, sino que va a dar las claves o los criterios para dar respuesta a preguntas concretas tales como: ¿cuánta agua se debe extraer de un acuífero?, ¿a qué edad se debe talar un árbol?, ¿qué cantidad de barcos pueden faenar en un caladero?; u otras más generales del tipo: ¿a qué ritmo debe extraerse petróleo?, ¿cuántas emisiones de CO₂ podemos permitirnos?, esto es, ¿cuál debe ser el grado de “explotación” de la atmósfera?; e incluso la más general de todas que sería ¿qué se entiende por desarrollo sostenible?.

La fe en la omnipotencia de la tecnología para solucionar los desarreglos ambientales que pudieran originarse, ha retrasado sin duda el empeño de ocuparse seriamente del tema. Lo anterior, unido a las dificultades propias del aparato conceptual de la ciencia económica establecida para tratar el tema medioambiental, hizo que ésta se ocupara de él muy tardíamente y cuando en los últimos tiempos, hizo que la ciencia económica, acuciada por la magnitud que adquieren los impactos degradantes sobre el medio, se esforzara en integrarlos en un objeto de estudio, ofrece

un ejemplo revelador del conflicto fáustico en el que se mueven los economistas, al tratar de extender el ámbito de lo económico a un campo cuyo tratamiento completo exige abandonar los principios, clasificaciones y conceptos sobre los que se levanta hoy su propia abstracción de sistema económico.

El presente estudio de investigación pretende sentar las bases o plataforma para medir el nivel de rendimiento de los recursos productivos a nivel de país, lo que nos servirá de parámetro para comparar investigaciones posteriores a nivel sectorial y territorial.

1.4.Planteamiento del problema

Estimar la Función de Producción Cobb-Douglas aplicada a Nicaragua, para un periodo comprendido entre los años 1992 – 2018; a fin de determinar la productividad total de los factores (trabajo y capital), utilizados en el proceso de producción.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general.

Analizar la Función de Producción Cobb-Douglas, para determinar la contribución que hace cada uno de los factores productivos a la producción total en Nicaragua, para el periodo 1992-2018.

2.2.Objetivos específicos.

- 1.** Captar el comportamiento de las variables a lo largo del periodo de estudio, de manera que expliquen, o aporten a la explicación, de cada uno de los sub-periodos analizados.
- 2.** Encontrar el tipo de rendimientos asociados con el proceso productivo y estimar la elasticidad entre los factores.

3. Lograr series con propiedades estadísticas adecuadas para utilizarlas en las regresiones propuestas, planteamiento de hipótesis y estimación de parámetro.

Como hipótesis principal establecemos lo siguiente:

Se espera que la producción muestre una relación directa respecto a ambos factores productivos en las especificaciones que se desean estimar, en otras palabras, que los recursos tengan un aporte positivo al crecimiento de la producción. Sin embargo, en el caso nicaragüense la productividad ha tenido una evolución desfavorable en relación al resto del mundo, por lo que se espera que los rendimientos de escala, se manifiestan en forma constante o decreciente.

III. MARCO TEÓRICO.

3.1. Contribución del capital, el trabajo y la productividad total de los factores al crecimiento.

La Productividad Total de los Factores (PTF) es aquella parte del crecimiento económico que no puede ser explicada por aumentos en la cantidad de factores de la producción (capital y trabajo) utilizados en el proceso de la producción, sino que es producto de un incremento en la eficiencia con la que se utilizan o se combinan dichos factores. Por ello aumentos en (PTF) se denominan "reducciones reales de costos", ya que permiten reducir los costos por unidad producida sin necesidad de caídas en los precios de contratación de los factores de la producción o insumos.

La PTF es conceptualizada por algunos economistas como la tecnología (o instrucciones para producir bienes o servicios); mientras que por otros es atribuida a externalidades, o economías de escala. La concepción más general de la PTF sostiene que no es posible definir una sola variable

a la cual atribuir la PTF, sino que son muchas las causas que provocan que el sector privado empresarial se encuentre en capacidad de realizar reducciones "reales" de costos.

3.2.La Función de Producción.

Es el nombre técnico que se da a la relación entre la cantidad máxima de producción que puede obtenerse y los factores necesarios para obtenerla. Según la teoría macroeconómica la función de producción se define como la relación entre la producción que está dada por el producto interno bruto (PIB) o el producto nacional bruto, y los recursos productivos, que se pueden aproximar con el stock de capital y fuerza laboral.

La función de producción puede ser representada matemáticamente como:

$$Q = F (K, L)$$

Donde Q representa el nivel de producción, K cantidad de factor capital, L cantidad del factor trabajo. En el análisis de isocuantas, se observa que en los procesos de producción que utilizan los recursos en proporciones variables, es posible sustituir un insumo por otro de forma que se puede producir la misma cantidad.

3.3.La Tasa Marginal de Sustitución.

Un concepto que representa esta relación es la "Tasa Marginal de Sustitución"(TMST), que mide en cuantas unidades se debe reducir el uso de un factor productivo al aumentar en una unidad el otro insumo, de forma que el nivel de producción se mantenga constante. Este concepto también puede expresarse como la razón de las productividades marginales de los insumos.

$$TMST_{LK} = - PMg_L / PMg_K = \alpha * K / \beta * L$$

3.4.Producto Marginal.

El producto marginal de un factor es el producto adicional que se obtiene mediante una unidad adicional de ese factor manteniendo constante los demás.

Los conceptos marginales se definen como los cambios en los valores en una variable dependiente como respuesta a los cambios en los valores de una variable independiente, así para medir el PMg del trabajo establecemos la siguiente definición:

$$PMgL = \Delta Q / \Delta L$$

3.5.Productividad marginal de los factores.

Las productividades marginales de cada factor, calculadas por la derivada parcial del producto respecto a cada factor son:

$$\text{Trabajo: } \partial Q / \partial L = \alpha AL^{\alpha-1} K^{\beta} = \alpha / L Q$$

$$\text{Capital: } \partial Q / \partial K = \beta AL^{\alpha} K^{\beta-1} = \beta / K Q$$

La homogeneidad de la función permite determinar rendimientos a escala. Se dice que una función de producción es homogénea de grado n si cuando cada insumo es multiplicado por algún número λ^n veces el producto original.

$$\text{Función: } F(\lambda K, \lambda L) = \lambda^n F(K, L) = \lambda^n Q$$

Donde n es una constante y denota el grado de homogeneidad y λ es cualquier número real positivo.

En los factores productivos, es importante distinguir si estos son fijos o variables; dicha distinción se hace en relación a los conceptos de corto y largo plazo, pues en el corto plazo uno de los factores permanece constante, en tanto que en el largo plazo todos los factores son variables.

Cuando existe un factor fijo y otro variable es importante hablar de ley de rendimientos que se da en el corto plazo debido a la saturación del factor fijo en el proceso productivo.

Rendimientos a escala.

3.5.1. Ley de rendimientos decrecientes a escala.

Que el producto marginal de cada unidad de factor disminuya a medida que aumenta la cantidad de ese factor, manteniéndose todo lo demás constante.

3.5.2. Ley de rendimientos crecientes a escala.

Se produce cuando un aumento de todos los factores provoca un aumento menos que proporcional en la producción.

Rendimientos constantes de escala.

Existen cuando una variación de todos los factores genera un aumento proporcional en la producción, así si se duplica las cantidades de capital, tierra, trabajo y demás factores y hay rendimientos constantes de escala, también se duplicará la producción.

El supuesto de rendimientos positivos y decreciente de los factores productivos implica $0 < \alpha < 1$ y $0 < (1-\alpha) < 1$. Los rendimientos constantes de escala vienen implícitos en la función de producción, al ser $(\alpha) + (1-\alpha) = 1$

Cambio tecnológico.

Es importante mencionar lo que se entiende por tecnología y cambio tecnológico.

La tecnología es el conjunto de conocimientos utilizados por las empresas productoras. Consiste en el conocimiento y la aplicación de los principios que rigen a los fenómenos físicos y sociales, al proceso productivo y a las operaciones diarias relacionadas con la producción. Además, afirma que una función de producción representa, para un nivel dado de tecnología, el producto máximo que puede ser obtenido utilizando cierta cantidad de insumos.

El cambio tecnológico se refiere al aumento de la productividad de los insumos. Esto significa que puede obtenerse cualquier nivel de producción con menos insumos, o que puede obtenerse más producción con los mismos insumos. En otras palabras, existe cambio tecnológico cuando una técnica o unos conocimientos técnicos o mejorados permiten obtener un mayor volumen de producción con la misma cantidad de factores o cuando es posible obtener el mismo volumen de producción con una cantidad menor de factores.

En la práctica, resulta difícil encontrar medidas directas que capturen el cambio de la tecnología a lo largo del tiempo. Algunas veces esta se incorpora a la función de producción como una variable de tiempo, sin embargo, no es la medida más adecuada.

3.5.3. Periodo momentáneo, corto plazo y largo plazo.

Las decisiones relacionadas con planificación y la producción pueden llevar largos periodos de tiempo, por tanto, debemos distinguir tres periodos distintos en el estudio de la producción:

- a. El periodo momentáneo que es un periodo de tiempo breve que no es posible alterar la producción.
- b. El corto plazo es el periodo de tiempo en el que pueden ajustarse los factores variables, de las materias primas y del trabajo, pero no todos los factores por ser insuficiente. A corto plazo, no es posible modificar o ajustar totalmente los factores fijos, como la planta y el equipo.
- c. El largo plazo, es el periodo en el que se pueden alterar todos los factores fijos y variables, entre ellos el trabajo, las materias primas y el capital.

3.5.4. Crecimiento económico.

El crecimiento es el indicador clave del comportamiento global de la economía. No obstante, esta variable se encuentra lejos de ser estable. En efecto, las expansiones y recesiones alternan en

el tiempo y están relacionadas principalmente con movimientos en el nivel de empleo. Por este motivo, la determinación y explicación de los movimientos o fluctuaciones observados en el producto, el empleo y la inflación se han construido en uno de los campos de mayor interés de la teoría macroeconómica.

El nivel de producción de un país puede permanecer constante, crecer o bien disminuir de un año a otro, sin embargo, a largo plazo se espera que este agregado macroeconómico evolucione en forma ascendente. El crecimiento del producto está afectado por dos tipos de perturbaciones: persistentes y transitorias.

Las primeras tienen un efecto de largo plazo en el producto y corresponden a variaciones de la productividad de los factores y de la oferta de mano de obra.

El segundo tipo de innovaciones están asociado a eventos naturales, modificaciones del gasto público de la oferta real de dinero y tienen un efecto de corta duración.

Cuando se tiene una serie de datos de producto interno bruto, en realidad este es el producto de una serie de acontecimientos de corto, mediano y largo plazo. Entre las variables que pueden afectar el producto de corto plazo se encuentran las políticas monetarias, fiscales y cambiarias. Al analizar la serie se observan movimientos del producto en torno a la tendencia. Generalmente dicha tendencia es positiva, lo cual es un reflejo de que el país está experimentando crecimiento económico.

3.5.5. Función de producción de Cobb – Douglas.

La función de producción Cobb-Douglas es aquella que en forma más amplia se utiliza en los trabajos empíricos; esta función se ha utilizado para representar procesos productivos.

La función de producción original se asumirá homogénea de grado uno en ambos factores, o con rendimientos constantes a escala.

La especificación original fue de la siguiente:

$$Q = A * L^\alpha * K^{1-\alpha}$$

En donde α es positivo y menor que 1 y corresponde a la elasticidad del factor trabajo (L). Por su parte la elasticidad del factor capital (K) corresponde al complemento $1-\alpha$, dada la existencia de los rendimientos constantes a escala. El parámetro A es una constante.

Características que posee la función Cobb-Douglas:

1. Ser homogénea de grado uno, exhibir marginales decrecientes para cada factor productivo y su facilidad de estimación.
2. Forma general de la función: $Q = F(L, K) = A * L^\alpha * K^\beta$
3. Estimación de la función de producción Cobb-Douglas a través de la transformación logarítmica: $\ln Q_t = \ln A_t + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t$
4. Permite calcular el grado en que es posible sustituir los factores de la producción.
5. Facilidad con la que los factores de la producción (capital y trabajo) pueden sustituirse mutuamente.

En la microeconomía se plantea que la isocuanta muestra las combinaciones de trabajo y capital necesarios para producir una cantidad dada de producto; cuya pendiente nos da la tasa marginal de sustitución ($TMS_{LK} = -PMg_L / PMg_K = -\alpha K / \beta L$).

3.6. Algunos conceptos básicos para el análisis de producción Cobb-Douglas.

1. Producción.

En Economía creación y procesamiento de bienes y mercancías, incluyéndose su concepción, procesamiento en las diversas etapas y financiación ofrecida por los bancos. Se considera uno de los principales procesos económicos, medio por el cual el trabajo humano crea riqueza. Respecto a los problemas que entraña la producción, tanto los productores privados como el sector público

deben tener en cuenta diversas leyes económicas, datos sobre los precios y recursos disponibles. Los materiales o recursos utilizados en el proceso de producción se denominan factores de producción.

2. Factores de producción.

Son los medios utilizados en los procesos de producción. De forma habitual, se consideran tres: la tierra (bienes inmuebles), el trabajo y el capital (por ejemplo, una inversión en maquinaria); a veces se considera que la función empresarial es el cuarto factor de producción. La disponibilidad relativa de estos factores en un país (su dotación de factores) es uno de los aspectos más determinantes de la inversión y el comercio internacional. Para que una empresa logre sus objetivos tiene que conseguir la mejor combinación de los factores de producción disponibles. Esta combinación variará a lo largo del tiempo y dependerá de la necesidad de crecimiento, de la disponibilidad de mano de obra cualificada y de la experiencia de los gestores, de las nuevas tecnologías y de los precios de mercado de los distintos factores de producción.

3. Stock de capital.

Se entiende por stock de capital al conjunto de activos durables, reproducibles y tangibles, que conforman uno de los factores de producción que intervienen en la generación de otros bienes y servicios. Podría decirse que estos activos son el determinante principal de las posibilidades de producción.

4. Población económicamente activa.

Está integrada por las personas de 14 años y más, que en la semana de referencia laboraron al menos una hora, o sin haber laborado tienen vigente su contrato de trabajo. Incluye también a las personas que están desempleadas, pero que hicieron alguna gestión de búsqueda de empleo en el período de referencia o bien esperan el inicio de la actividad económica a la que se insertan estacionalmente.

5. Ocupados (empleados).

La población ocupada está integrada por las personas de 14 años y más, que en la semana de referencia laboraron al menos una hora, o sin haber laborado tienen vigente su contrato de trabajo y se incorporarán al concluir la causa de su ausencia temporal.

6. Desocupados (desempleados)

La población desocupada está integrada por las personas de 14 años y más, que en la semana de referencia manifestaron no haber laborado al menos una hora, buscaron activamente trabajo en las últimas cuatro semanas anteriores a la semana de la entrevista y se declararon disponibles para trabajar.

IV. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA.

El área de estudio comprenderá todo el territorio nacional, puesto que incluirá la producción nacional (todos los sectores económicos) representada por el Producto Interno Bruto, así como el uso de la mano de obra y capital utilizado para la obtención de esa producción.

Para la ejecución y realización del estudio de investigación se utilizará el método de estudio cuantitativo deductivo del tipo correlacional, ya que se medirá y especificará los valores de las variables exógenas para explicar el comportamiento de la variable endógena. Se utilizará trabajo de gabinete mediante revisión documental y la estadística inferencial como técnica de análisis. Los gráficos que se utilizarán en el trabajo serán realizados en el programa Excel mediante diagramas. El paquete Estadístico SPSS versión 24 será empleado en algunos casos en los que el programa de Eviews versión 9 no pueda ser utilizado. Para la estimación de la Función de Producción Cobb-Douglas para Nicaragua en el periodo de 26 años (1992 – 2018) se utilizarán los datos obtenidos de diferentes fuentes, los que tendrán que ser ajustados de acuerdo a la teoría del método. La muestra coincidirá con la población o universo del estudio.

En nuestro país los datos del Producto Interno Bruto y sus componentes proporcionados por el Banco Central de Nicaragua presentan diferentes años base para el periodo seleccionado de nuestro análisis, siendo un obstáculo en nuestro objetivo.

El cambio de año base ocurre a causa de la dinámica de las actividades económicas que impone la necesidad de mejorar los métodos de cálculo e incorporar conceptos, definiciones y reglas de registro, por esto, realizar una comparación de datos macroeconómicos con diferentes años base es imprudente.

Para solucionar esta problemática se cambió el año base de los datos del Producto Interno Bruto y sus Componentes para obtener uniformidad en las magnitudes realizándose con la siguiente fórmula.

$$PIBb2006 = \left[\frac{PIBr}{(TC_{t-1}/100) + 1} \right]$$

Donde.

PIBb2006 = PIB año base 2006.

PIBr = PIB a precios constantes.

TC_{t-1} = tasa de crecimiento del PIB del año anterior.

Cabe resaltar que los resultados obtenidos y los cálculos de las variaciones anuales serán expresados en córdobas del 2006.

La técnica de recolección de datos consistirá en visitas a diferentes instituciones que conforman el Sistema Nacional de Estadísticas (SNE), como el Banco Central de Nicaragua (BCN), el Instituto Nacional de Información para el Desarrollo (INIDE), El Ministerio del Trabajo (MITRAB), Ministerio Agropecuario Forestal (MAG-FOR), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua)

Para estimar la función de producción se utilizará el análisis del modelo de regresión lineal clásico con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), utilizando una función logarítmica para linealizar el modelo, el método MCO permite estimar parámetros que minimizan la suma de los errores al cuadrado; así también la detección del incumplimiento de los supuestos

de (multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelacion) se aplicaran utilizando el programa econométrico Eviews versión 9. Todas las estimaciones realizadas estarán presentadas en anexos.

V. ANALISIS HISTORICO DE LA PRODUCCION PARA NICARAGUA PERIODO 1992 – 2018.

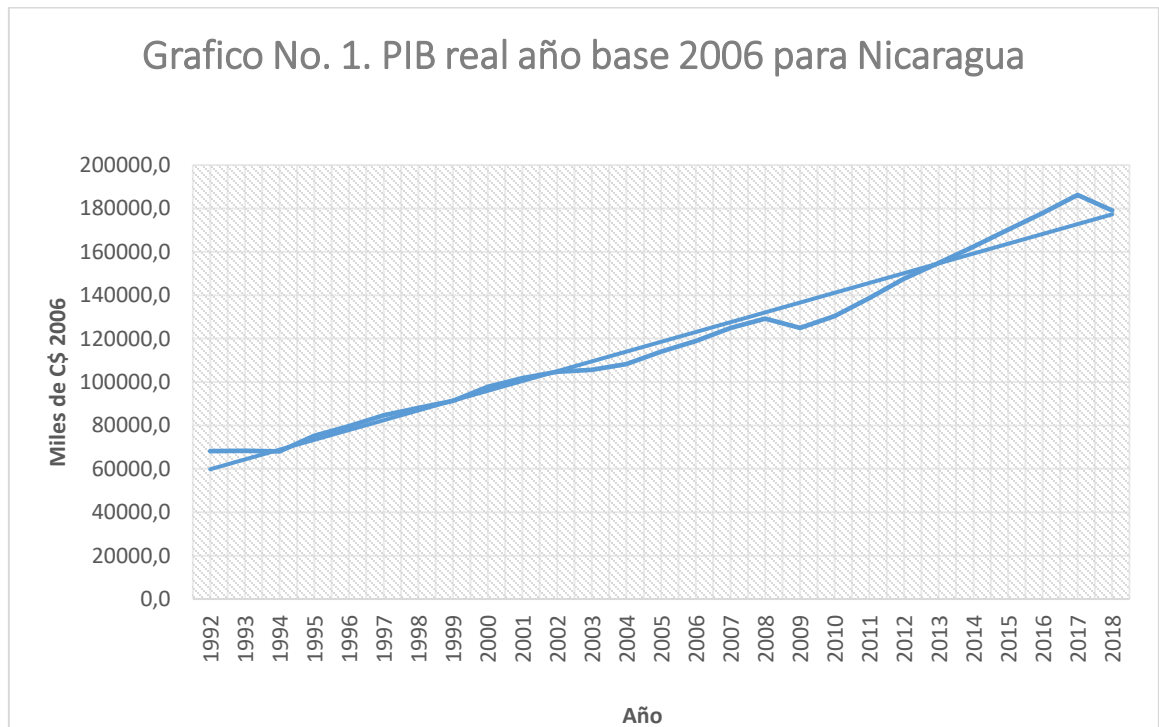
5.1. El Producto Interno Bruto (PIB).

Entre 1920 al 2007, casi 90 años, la tasa de crecimiento promedio del PIB por persona en Nicaragua, medido en términos de paridad del poder adquisitivo (PPA), fue del 1% anual. En términos de la popular regla del 72, un crecimiento del 1% anual significa que el PIB por persona se duplica cada 72 años. Mientras tanto, muchos países incluyendo sus vecinos y socios comerciales, han crecido a tasas muchas más elevadas provocando un abismo, a veces muy profundo, entre Nicaragua y tales países. Además de crecer mínimamente en términos absolutos y de decrecer en términos comparativos, los resultados al interior del país no han sido solo desigualmente distribuidos, sino que han provocado que una gran cantidad de la población viva en condiciones de pobreza y pobreza extrema permanentemente, al punto que un número importante de nicaragüense se ha visto obligado a buscar sustento y futuro en el exterior.

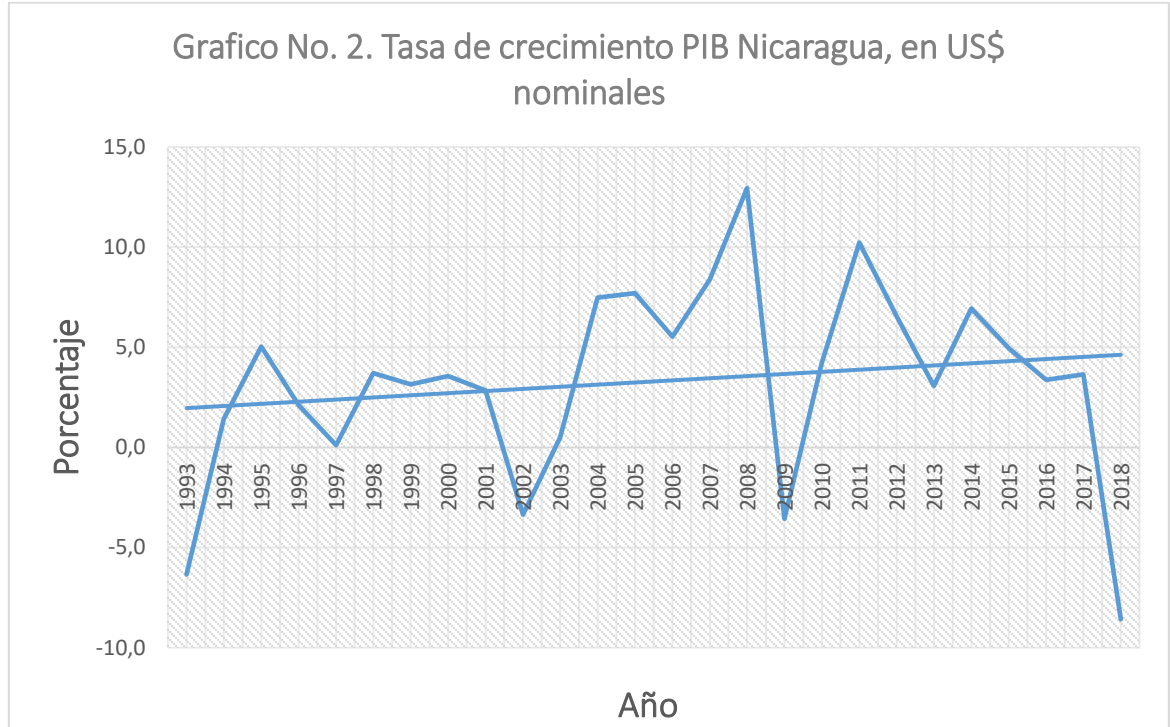
En el periodo de estudio 1992-2018 han transitado en Nicaragua cinco gobiernos; el primero el de Violeta Barrios (25 de abril de 1990 al 10 de enero de 1997. En su periodo presidencial de 6 años, la tasa promedio anual de crecimiento del PIB nominal en dólares norteamericanos fue de 2.5%; mientras que el crecimiento del PIB en todo su periodo alcanzo el 12.7%. El crecimiento del PIB en dólares nominales per cápita como promedio anual fue del 0.5%; y la de todo su periodo de gobierno fue de apenas del 2% (899 US\$ - 917 US\$), con una población creciendo a un ritmo promedio anual del 2% y para todo el periodo de 10.5%. Es decir, el ritmo de crecimiento de la

economía (12.7%), apenas es superior (2.7%) al crecimiento de la población (10.5%) para su mismo periodo. En parte esto se puede explicar debido a la situación difícil económica, política y social que heredo después de una guerra prolongada de casi 7 años.

El segundo gobierno, con Arnoldo Alemán como presidente (10 de enero de 1997 al 10 de enero de 2002). En su periodo presidencial la tasa promedio anual de crecimiento del PIB en US\$ nominales fue del 3.6% y la de todo su periodo presidencial del 19%. En términos del PIB en US\$ nominales per cápita como promedio anual es de 2.0% y para todo su periodo alcanzo el 10.1% (917 US\$ - 1010 US\$). La población creció a un ritmo promedio anual del 1.6%, alcanzando un crecimiento para todo el periodo de 8%. El ritmo de crecimiento de la economía (19%) supero en gran medida (2.3 veces) el crecimiento poblacional (8%). Lo anterior, provoco un mayor crecimiento del ingreso por habitante (10.1%) para el mismo periodo.



Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

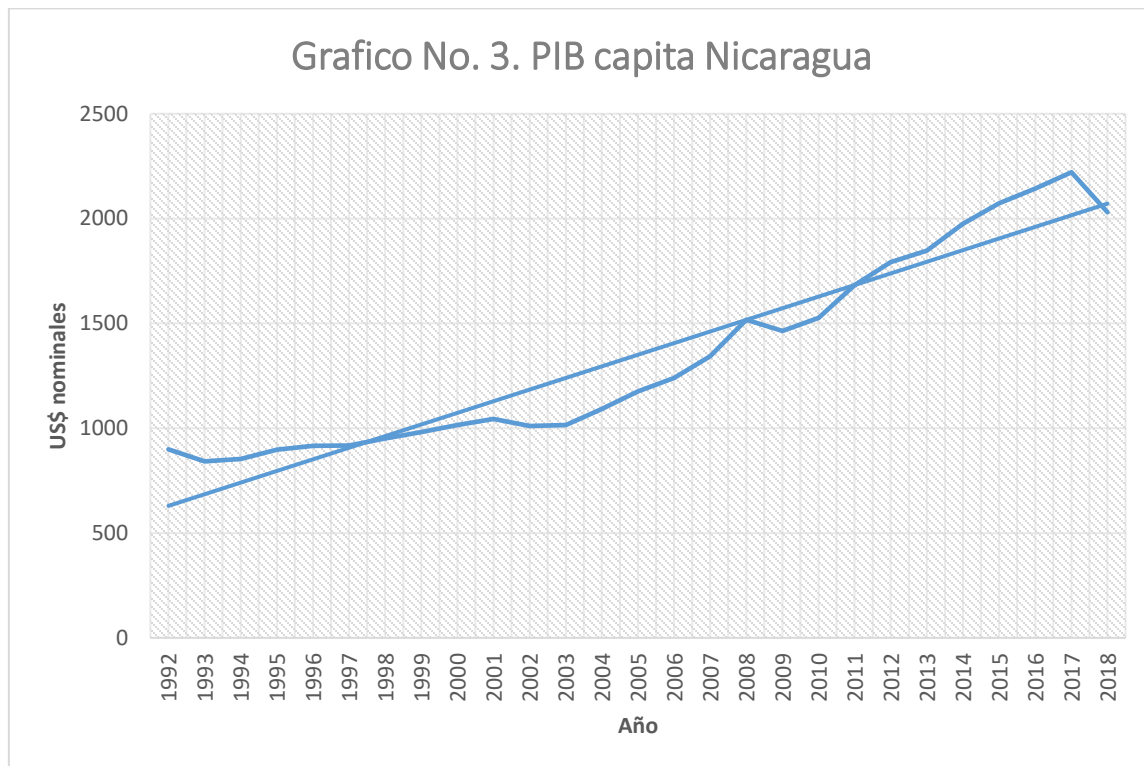


Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

En el gobierno de Enrique Bolaños Geyer (10 de enero de 2002 – 10 de enero 2007), la tasa promedio anual de crecimiento del PIB en US\$ nominales fue de 7.4%, mientras que la de todo su periodo de gobierno fue de 42.8%. En términos ingresos per cápita, el crecimiento promedio anual es de 5.9% y para todo su periodo represento el 33.1% (1010 – 1344 US\$). El crecimiento promedio anual de la población fue de 1.3% y para todo su periodo del 6.8%. El ritmo de crecimiento de la economía en todo su periodo (42.8%) supero (6 veces) el crecimiento poblacional (6.8%), lo que trajo como resultado una mejora sustancial del ingreso por habitante.

En el primer periodo de gobierno del presidente Daniel Ortega (10 de enero de 2007 al 10 de enero 2012), el PIB en dólares nominales creció a una tasa promedio anual de 7.3%, logrando un crecimiento del 41.2% para todo su periodo; mientras la población creció a una tasa promedio

anual de 1.3%, representando un 6.4% de crecimiento para todo su periodo. Lo anterior explica una tasa de crecimiento promedio anual del 6.1% del ingreso por habitante, logrando impulsar dicho indicador un 33.3% en todo este periodo (de 1344 a 1792 US\$).

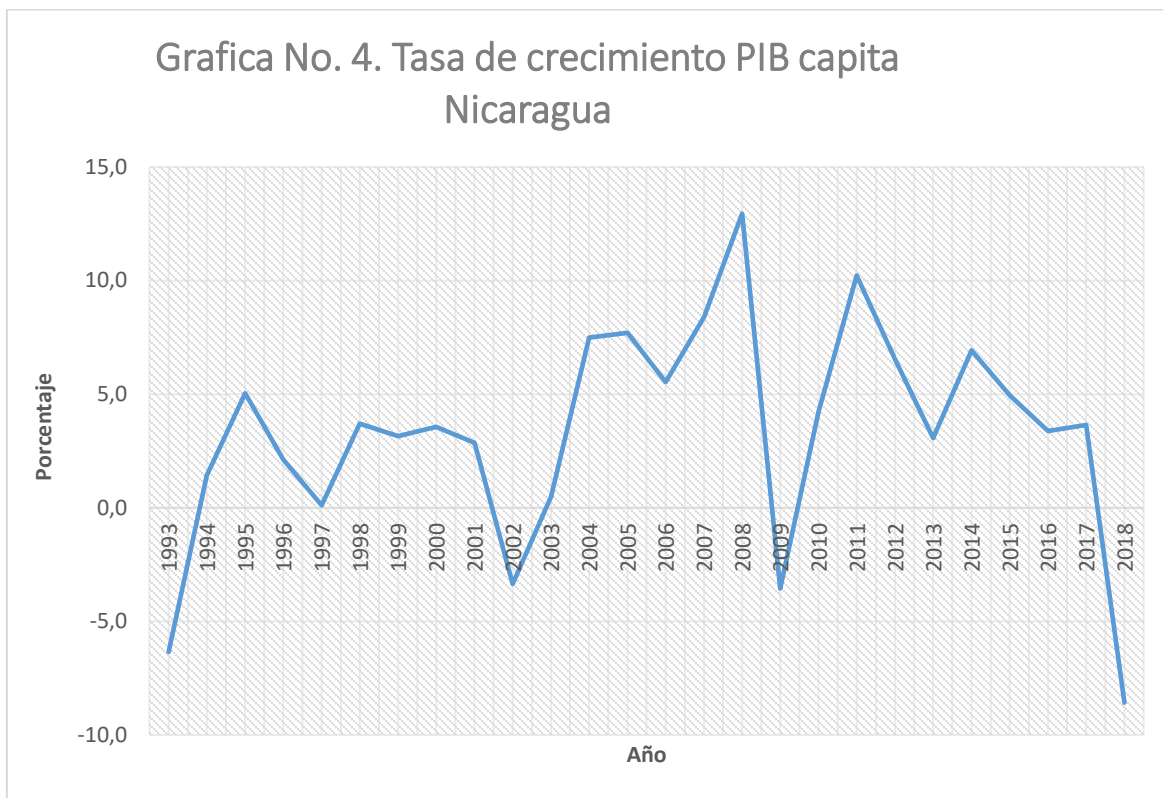


Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

Es importante señalar que, en el año 2008, ocurre la crisis financiera internacional, con la quiebra de los bancos más importantes de Estados Unidos de norte américa, esto provocó una crisis financiera a nivel global. En Nicaragua ocurrió una disminución de la inversión pública y privada en 31.6%, lo cual provocó una caída del PIB en 1.3% y una disminución del empleo en 3.3%.

El segundo periodo de gobierno para el presidente Daniel Ortega (10 de enero del 2012 al 10 de enero del 2018) se caracterizó por un crecimiento de la producción para todo su periodo (2012-2017) de 31.2%, con la tasa de crecimiento promedio anual de 5.6% (ver gráfico No 4). Así mismo,

la tasa de crecimiento de la producción por habitante fue de 24% para todo su periodo, mientras que la tasa de crecimiento promedio anual de la producción por habitante fue de 4.4%. La tasa de crecimiento de la FBC fue de 24%, siendo la tasa de crecimiento promedio anual de 5%. No omito manifestar que en este segundo periodo de gobierno del presidente Ortega no se incluye el año 2018, pues el mismo pertenece a su tercer mandato presidencial.



Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

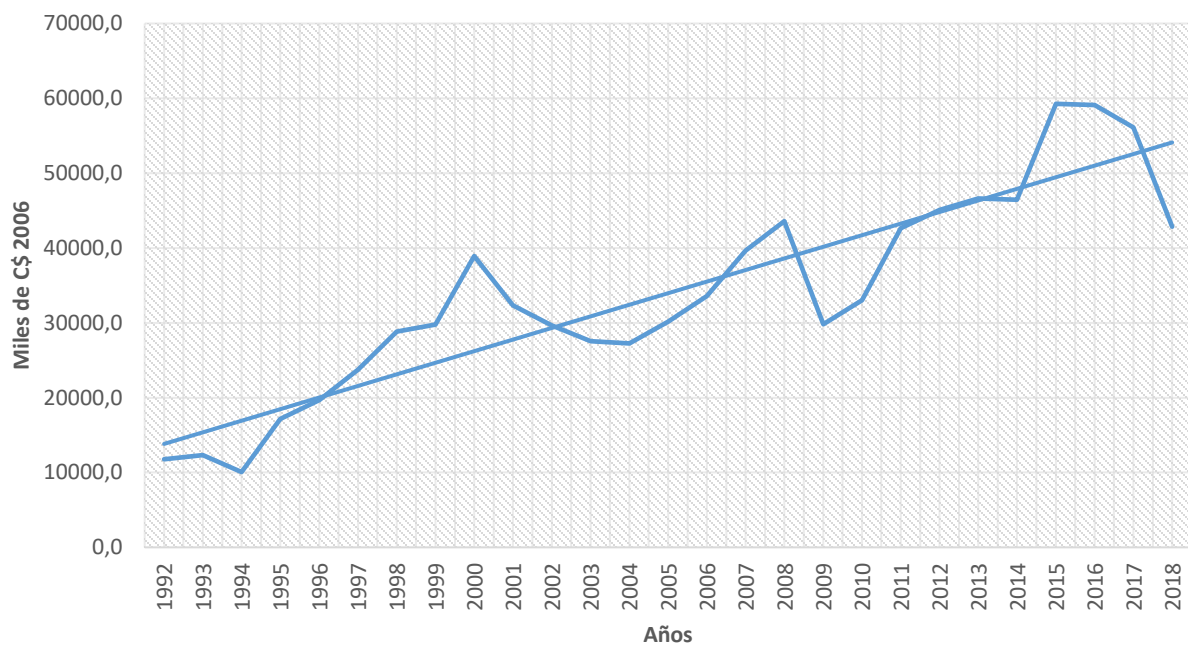
5.2. Formación Bruta de Capital (FBC) público y privado.

El crecimiento para todo el periodo de estudio (1992 – 2018) de la FBC fue de 264.6%, es decir, aumento en 3.6 veces; mientras que la variación promedio anual fue del 6.9%; mientras que la tasa de crecimiento de la FBC per cápita para todo el periodo es de 125.8%, es decir, aumento 5.3 veces; el crecimiento promedio anual de la FBC por persona fue de 5.3%, algo completamente insuficiente. En cuanto al indicador Inversión/PIB, tenemos que en 1992 representaba el 17% y para el 2018 fue de 24%, aumentando 7 puntos porcentuales en el periodo, recordando que la inversión corresponde a la pública y privada.

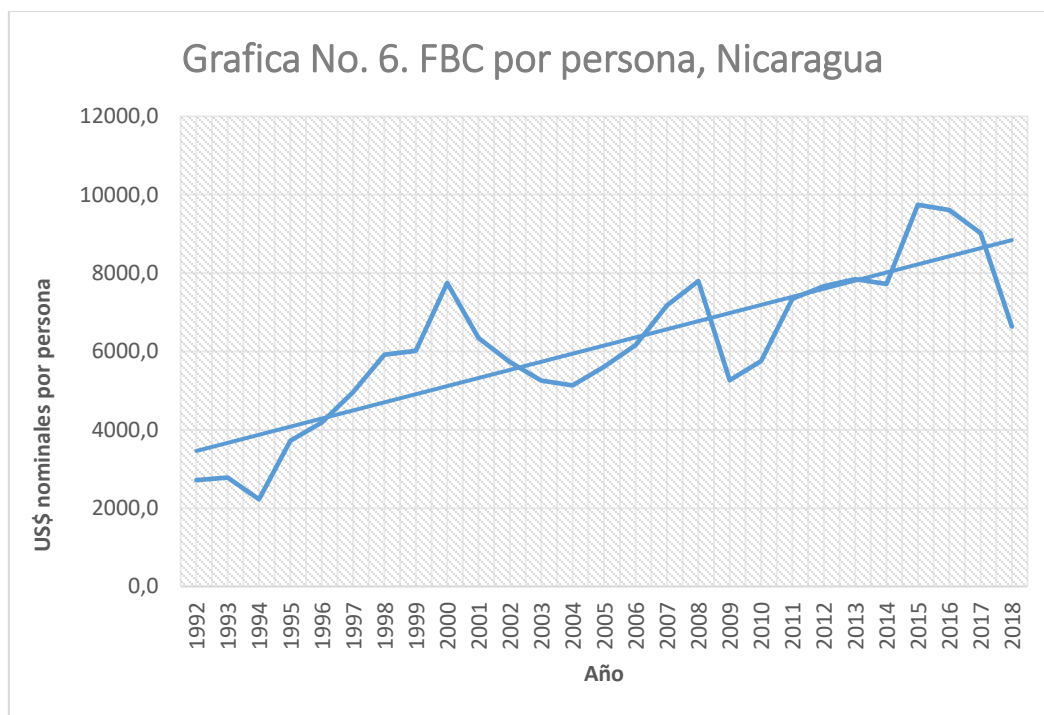
La FBC representa el motor de cualquier economía, al aumentar esta, el PIB tiende a crecer y esto tiene un efecto directo positivo en el empleo. En el año 2018 (crisis sociopolítica en Nicaragua) la FBC decreció en 24% con respecto al año 2017, lo que provocó una caída del PIB en US\$ nominales de 5.0% y por ende provocó una disminución del empleo del 8% con respecto al año 2017.

Así, en el 2007, mientras Nicaragua invirtió menos de US\$700 por persona, Costa Rica invirtió casi US\$ 3,700 por persona, es decir más de cinco veces que el primero. Como el acervo o stock de capital de hoy es la suma acumulada de la inversión fija, descontando la depreciación, debe inferirse que el capital por persona de un país cuya inversión por persona es baja durante muchos años, debe tener un capital por persona también bajo, en comparación con un país cuya formación bruta de capital ha sido alta. Este es el caso de Nicaragua, en comparación al de Costa Rica.

Grafico No. 5. FBC publica y privada ajustado para Nicaragua



Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.



Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

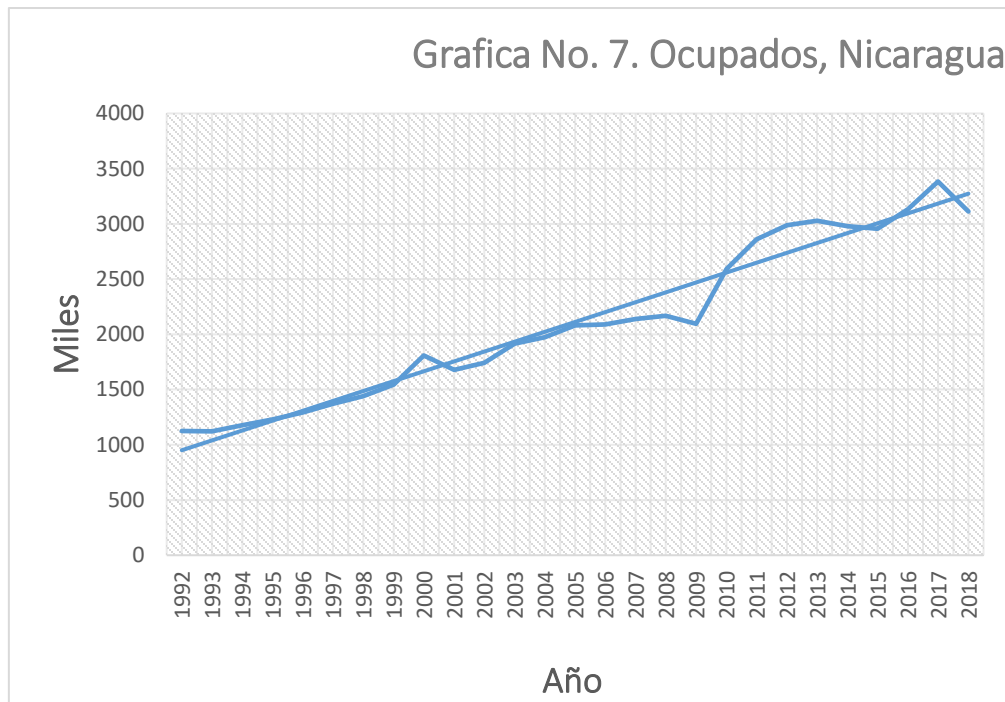
5.3. Trabajo (ocupados)

«El desarrollo viene con el empleo». Esta simple frase resume una realidad de siempre: que el trabajo permite a los hogares de bajos recursos superar la pobreza, y que la expansión del empleo productivo y decente es la vía hacia el crecimiento y la diversificación de las economías. Para todos los países, cualquiera que sea su nivel de desarrollo, la base para impulsar la prosperidad, la inclusión y la cohesión social de manera sostenible y creciente es contar con una oferta suficiente de empleos. Cuando la escasez de empleos o medios de vida disponibles mantienen a los hogares en la pobreza, hay menos crecimiento, menos seguridad y menos desarrollo humano y económico.

En el contexto actual de una economía internacional frágil y turbulenta, la creación de empleos es la prioridad mundial más acuciante en materia de desarrollo. En un momento en que las

Naciones Unidas y la comunidad internacional debaten sobre la agenda para el desarrollo de los próximos decenios, el empleo debería ocupar un papel protagónico en las discusiones.

La aspiración de contar con empleos y medios de vida más remuneradores y basados en la dignidad y el respeto constituye un objetivo de desarrollo con el que se identifica la gente en todas partes del mundo. La labor que la OIT y otros actores han realizado en años recientes demuestra que las decisiones en materia de políticas pueden incidir de forma real en la consecución de ese objetivo y que además éste es mensurable.

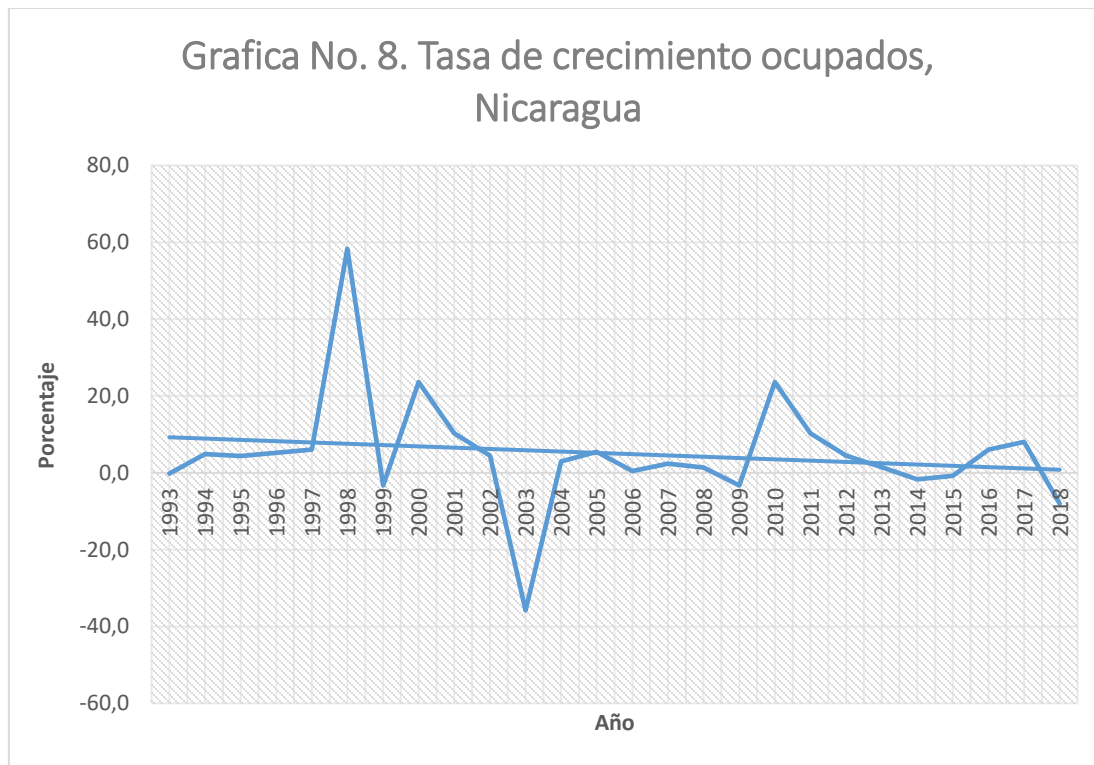


Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

El crecimiento absoluto de los ocupados en Nicaragua ha sido de manera decreciente en el periodo de estudio (ver gráficos 7 y 8). En términos relativos hubieron tasas de variaciones negativas en periodos como en 1999, 2003, 2009 y 2018; y positivas en 1998, 2000, 2010, 2011 y

2017. Si observamos en el grafico 8, la tendencia de la tasa de crecimiento de la mano de obra ocupada es decreciente.

Un problema de primer orden dentro de los ocupados en Nicaragua es el empleo informal que caracteriza a la mayor parte de los ocupados. Diversos estudios indican que Nicaragua presenta uno de los niveles más altos de informalidad en América Latina. Así mismo, como es característico en los países en vías de desarrollo, los datos reflejan que las áreas rurales y las mujeres son las más afectadas. Se puede afirmar que las causas de la informalidad son más claras que sus costos; no obstante, en diferentes estudios empíricos se ha encontrado que la informalidad implica una asignación deficiente de los recursos, baja productividad, poca innovación tecnológica, evasión de impuestos, así como un grado reducido de aportes a seguridad social, entre otros.



Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

Diversos estudios indican que Nicaragua presenta uno de los niveles más de altos de informalidad en América Latina. Asimismo, como es característico en los de países en vías de desarrollo, los datos reflejan que las áreas rurales y las mujeres son las más afectadas.

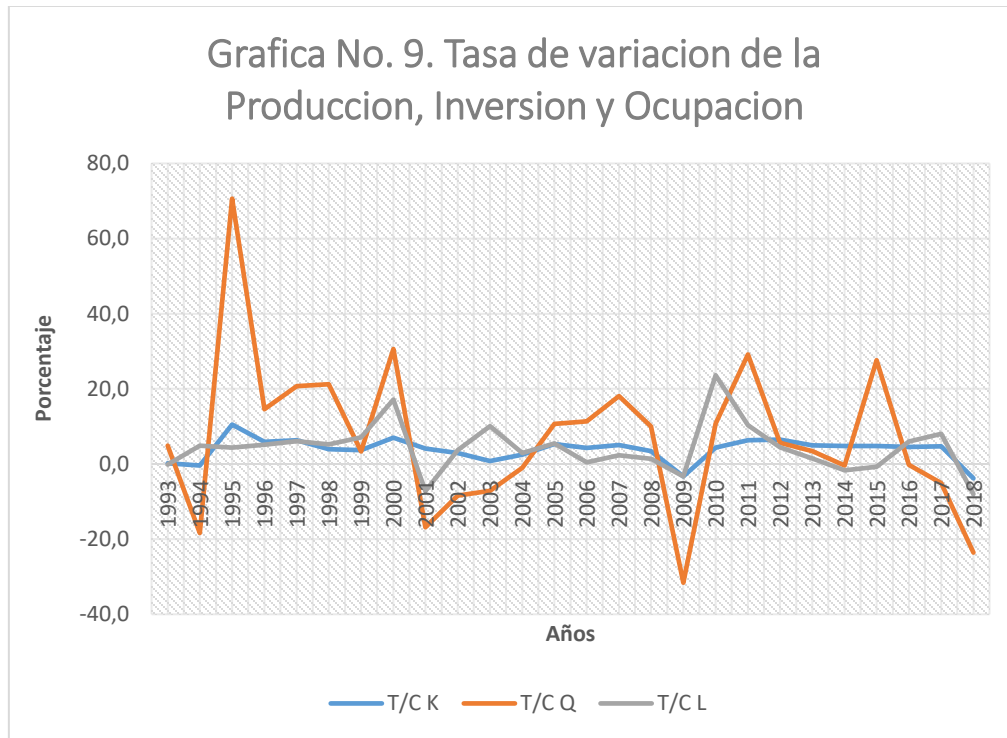
En este sentido, la literatura indica que desde inicios de la década del 2000 se han venido realizado diferentes mediciones del empleo informal en Nicaragua. Balmaceda (2003), utilizando la ECH (INIDE, 2012), analizó el empleo informal para el periodo 2000-2003, encontrando que la tasa de empleo en el sector informal pasó del 62.9 por ciento en 2000 al 66.1 por ciento en 2003. Mientras que la OIT, utilizando ECH encontró que para el año 2004 Nicaragua presentaba un nivel de empleo informal del 72.4 por ciento. Dicho indicador se incrementó al 77 por ciento en el año 2010.

Por su parte, Fideg (2014) en su estudio sobre pobreza de 2009-2013 (basado también en ECH) incorpora mediciones del nivel de informalidad laboral en el ámbito nacional para ese periodo (trabajadores que laboran en empresas con menos de seis trabajadores y que utilizan mano de obra familiar). Fideg indicó que en 2013 el 74.9 por ciento de los trabajadores pertenecían al sector informal y señaló que en el área rural la informalidad era mayor que en el área urbana, alcanzando el 81.2 por ciento de los ocupados en el 2013. Al hacer la comparación por sexo, encontró que el 78.2 por ciento de las mujeres ocupadas tenían trabajos informales, mientras que para el caso de los hombres la proporción era del 72.8 por ciento.

La Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (Funides, 2016), a través de la Encuesta de Empresas Sostenibles 2015, estimó que la informalidad empresarial total era del 88.0 por ciento. En esa encuesta, una empresa informal es aquella que no lleva contabilidad o no tiene registro mercantil o no paga presentaciones sociales. Asimismo, la encuesta revela que el 89.8 por ciento de las microempresas (de 1 a 5 trabajadores) eran informales.

En la Revista de Economía y Finanzas BCN, Vol. 3, nov. 2016, “Determinantes de la informalidad en Nicaragua”, Brenes & Cruz, encontraron que la informalidad laboral en Nicaragua, medida como proporción de los ocupados que no están inscritos a la seguridad social, representó a finales de 2012 el 82.0 por ciento de la población ocupada, el cual está concentrado en la agricultura, comercio e industria (69.8%). En términos de educación y edad, se constata que, a menor nivel de escolaridad, mayor informalidad, y que tiende a ser alta en los primeros y últimos años de la vida laboral del ocupado.

Respecto a la informalidad de las empresas, esta asciende a 71.1 por ciento de la población ocupada, ya que la mayoría labora en negocios de 1 a 5 personas, mientras el 75.7 por ciento lo hace en negocios que no llevan ningún tipo de registro contable.



Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

VI. DATOS, ANALISIS, INTERPRETACION Y ELABORACION DE RESULTADOS DEL MODELO COBB-DOUGLAS PARA NICARAGUA 1992-2018

6.1. Los datos utilizados para estimar la función de producción Cobb-Douglas para Nicaragua.

1. PIB, (Q) como una aproximación de la producción en Nicaragua.
2. FBC, (K) inversión fija de capital público y privada más la variación de las existencias.
3. Ocupados, (L) como variable proxy del insumo trabajo.

El PIB y la FBC están expresadas en miles de córdobas constantes del 2006 (ajustado) y el factor trabajo esta expresado en miles de personas ocupadas para el periodo comprendido entre los años de 1992 – 2018. Fuente BCN.

Tabla No. 1. Producción (Q), Capital (K) y Trabajo (L)

Año	Q	K	L
1992	68176,3	11755,4	1123,7
1993	68310,1	12326,6	1121,7
1994	68041,8	10062,7	1176,6
1995	75188,5	17169,4	1228,2
1996	79633,6	19677,2	1291,8
1997	84685,7	23761,1	1369,9
1998	88044,8	28813,2	1441,8
1999	91312,6	29782,0	1544,2
2000	97737,4	38907,1	1809,6
2001	101746,3	32351,2	1679,6
2002	104758,9	29636,7	1742,2
2003	105548,5	27533,7	1917
2004	108209,0	27249,4	1973,1
2005	113957,4	30160,6	2080,9
2006	118837,7	33574,8	2089,8
2007	124870,3	39647,5	2138,5
2008	129160,5	43600,4	2168,4

2009	124907,7	29829	2096,5
2010	130416,3	33025,7	2591,7
2011	138654,2	42656,8	2858,9
2012	147661,4	45065,5	2986,4
2013	154936,8	46630,5	3029,3
2014	162351,3	46425,8	2978,1
2015	170131,6	59262,9	2955,5
2016	177894,9	59106,5	3132,8
2017	186212,4	56090,5	3383,4
2018	179107	42858,4	3112,7

Fuente: elaboración propia, en base a estadísticas del BCN.

6.2. Función de Producción Cobb-Douglas para Nicaragua 1992 – 2018

Modelo	Modelo linealizado
$Q_t = F(L, K) = A * L^\alpha B^\beta$	$\ln Q_t = \ln A + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t + u_t$

Q_t = Producción medida por el PIB.

L_t = Factor trabajo.

K_t = Factor capital.

t = Tiempo.

6.3. Estimación y Evaluación Económica del modelo

Mediante el programa econométrico Eviews versión 9 se ha estimado la Función de Producción Cobb-Douglas para Nicaragua y se han obtenido los siguientes resultados:

$$\text{LOG}(Q) = 9.93487563027 + 0.125761367417 * \text{LOG}(K) - 0.00754576002787 * \text{LOG}(L) + 0.0327962915049 * T$$

<i>se</i>	(0.4256)	(0.0177)	(0.0666)	(0.0027)
<i>t</i>	(23.3412)	(7.0962)	(-0.1131)	(11.9650)
<i>p</i>	(0.0000)	(0.0000)	(0.9109)	(0.0000)
	$F = 2483.820$	$R^2 = 0.9969$	$R^2 = 0.9965$	

Nota: Los resultados obtenidos en el programa se presentan en el anexo del modelo.

Una vez examinados los principios de la teoría de la producción, utilizaremos estas teorías para medir los resultados agregados de la economía de Nicaragua.

En los resultados presentados anteriormente se observa que el supuesto más relevante de la función de producción Cobb-Douglas de que a medida que se incrementan los insumos también se incrementa la producción (relación directa), no se cumple principalmente con el insumo trabajo, los resultados muestran que ante incrementos del 1% en el factor trabajo se estima que en promedio la producción disminuya en 0.0075%, por tanto, el signo es contrario al esperado por lo que se sospecha la presencia de multicolinealidad.

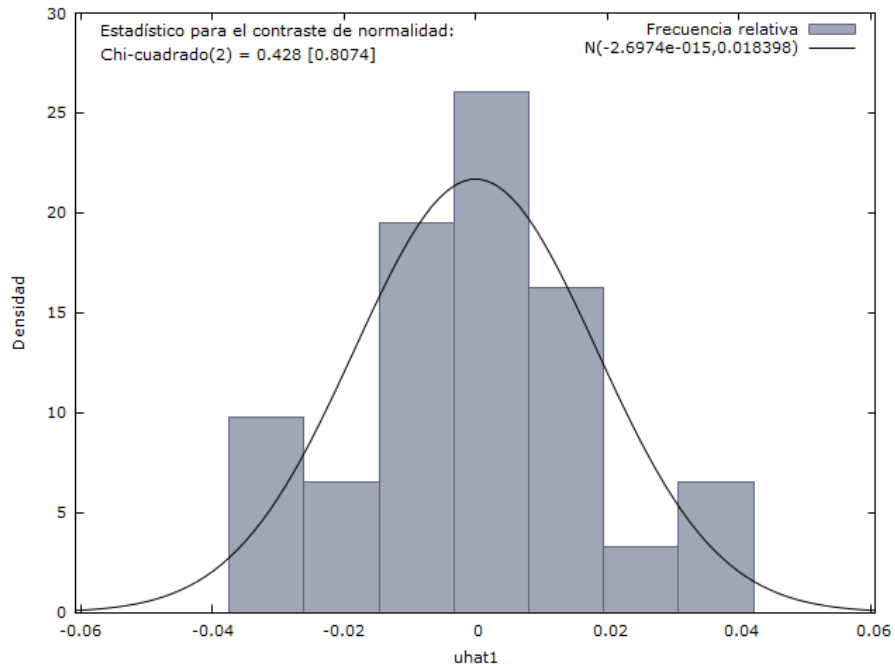
De igual forma se espera que los coeficientes de los insumos estén en un intervalo de cero y cualquier otro valor positivo, supuesto que de igual forma no se cumple para el coeficiente del trabajo por ser menor a cero.

No se puede probar la existencia de rendimientos constantes, crecientes o decrecientes a escala debido al problema del signo contrario en la regresión, por lo que no se puede continuar con la evaluación económica, econométrica y la inferencia estadística de los parámetros en el modelo.

Puesto que los resultados no guardan coherencia con la teoría económica procedemos a realizar las pruebas de multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelacion para determinar si los estimadores de la función de producción Cobb-Douglas son los mejores estimadores lineales insesgados (MELI).

$$Y_i = A L_i^{\alpha} K_i^{\beta} e^{\mu_i}$$

Grafico No. 10. Prueba de normalidad de los residuos



Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Gretel.

Series: Residuals Sample 1992 - 2018 Observations 27

Mean	-4.71e-16
Median	0.000558
Maximum	0.036541
Minimum	-0.031747
Std. Dev.	0.017304
Skewness	0.192911
Kurtosis	2.726712
<i>Jarque-Bera</i>	<i>0.251489</i>
<i>Probability</i>	<i>0.881840</i>

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Jarque Bera (JB) sigue una distribución Ji-Cuadrado con dos grados de libertad:

Ho: los residuos están normalmente distribuidos.

Ha: los residuos no están normalmente distribuidos.

Obtenemos que el valor del estadístico de Jarque-Bera es 0.251, menor que el valor crítico χ^2_d (5.99147), por lo que no rechazamos la hipótesis nula con un 95% de confianza y concluimos que la perturbación del modelo (5.2) sigue una distribución normal.

6.4. Detección de Multicolinealidad

Aplicación de algunas reglas practicas:

Sabiendo que la multicolinealidad se refiere a una situación en la cual existe una relación exacta o aproximadamente exacta entre las variables explicativas procedemos a probar la existencia de esta en el modelo de la función de producción Cobb-Douglas para Nicaragua aplicando las siguientes reglas practica:

Nota: las pruebas para la detección del problema de multicolinealidad se presentan en anexos de multicolinealidad.

1. R² elevado y pocas razones “t” significativas.

$$\text{LOG}(Q) = 9.93487563027 + 0.125761367417 * \text{LOG}(K) - 0.00754576002787 * \text{LOG}(L) + 0.0327962915049 * T$$

<i>se</i>	(0.4256)	(0.0177)	(0.0666)	(0.0027)
<i>t</i>	(23.3412)	(7.0962)	(-0.1131)	(11.9650)
<i>p</i>	(0.0000)	(0.0000)	(0.9109)	(0.0000)

$$F = 2483.820 \quad R^2 = 0.9969 \quad \check{R}^2 = 0.9965$$

Si observamos los valores “t”, estos nos indican que se tiende a rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente es igual a cero, para β_1 , β_2 y β_4 a un nivel de significancia del 5%, lo cual corroboro con el valor p, concluyendo que los coeficientes son estadísticamente significativos, sin embargo, esto no sucede con β_3 , el mismo que a más de no ser estadísticamente significativo al nivel de significancia establecido, tiene el signo contrario, lo cual indica que existe presencia de multicolinealidad. Así también, el valor $R^2 = 0.9969$ es relativamente alto.

2. Prueba de significancia global.

Al revisar el estadístico $F = 2483.820$ cuyo valor $p = 0.000000$, se concluye que hay evidencia estadística suficiente para rechazar la $H_0: \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ a prácticamente cualquier valor de α .

En casos de alta colinealidad es posible encontrar, que uno o más coeficientes parciales de pendiente son de manera individual no significativos estadísticamente con base a la prueba t. Aun el \check{R}^2 en tales situaciones puede ser tan alto y con base a la prueba F, es posible rechazar convincentemente la hipótesis de que $\beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$. En realidad, esta es una de las señales de multicolinealidad ¡valores t no significativos pero un R^2 global alto (y un F significativo)! Sin embargo, esta prueba no es concluyente por tanto realice otras pruebas.

3. Altas correlaciones entre pares de regresiones

Coefficientes de correlación, usando las observaciones 1992 - 2018

Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.3809 para $n = 27$

I_K	I_L	T	
1.0000	0.9019	0.8823	I_K
	1.0000	0.9860	I_L
		1.0000	T

MCORREL

	C1 (logK)	C2 (logL)	C3 (T)
R1	1.0000	0.9019	0.8823
R2	0.9019	1.0000	0.9860
R3	0.8823	0.9860	1.0000

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Gretl

Los resultados muestran que existe una alta correlación entre las variables explicativas del modelo, los resultados son:

- $\text{Log}(K)$ y $\text{Log}(L) = 0.9019$
- $\text{Log}(K)$ y $T = 0.8823$

- $\text{Log}(L)$ y $T = 0.9860$

Por lo que concluimos que existe presencia de multicolinealidad severa dado que las variables explicativas están correlacionadas.

4. Regresiones Auxiliares

Las regresiones auxiliares para la función de producción Cobb-Douglas se corrieron a través del programa Eviews los resultados se presentan en el anexo 2.

- Regresión auxiliar 1

$$\text{LOG}(L) = C(1) + C(2)*\text{LOG}(K) + C(3)*T$$

$$\text{LOG}(L) = 5.9399 + 0.10812*\text{LOG}(K) + 0.03846*T$$

$$R^2 = 0.976833 \quad F = (R^2 / (K-2)) / (1-R^2) / (n-K+1)$$

$$"F" \text{ dado} = 4.20 \quad "F" \text{ calculado} = 505.9696$$

$$\alpha = 5\%$$

- Regresión auxiliar 2

$$\text{LOG}(K) = C(1) + C(2)*\text{LOG}(L) + C(3)*T$$

$$\text{LOG}(K) = -1.08468 + 1.53141*\text{LOG}(L) - 0.01497*T$$

$$R^2 = 0.81514 \quad F = (R^2 / (K-2)) / (1-R^2) / (n-K+1)$$

$$"F" \text{ dado} = 4.20 \quad "F" \text{ calculado} = 52.91675$$

$$\alpha = 5\%$$

- Regresión auxiliar 3

$$T = C(1) + C(2)*\text{LOG}(K) + C(3)*\text{LOG}(L)$$

$$T = -152.5108 - 0.62612*\text{LOG}(K) + 22.77238*\text{LOG}(L)$$

$$R^2 = 0.972496$$

$$F = (R^2 / (K-2)) / (1-R^2) / (n-K+1)$$

$$"F" \text{ dado} = 4.20 \quad "F" \text{ calculado} = 424.2943$$

$$\alpha = 5\%$$

Decisión:

Una vez realizada la prueba “F” para cada regresión auxiliar vemos que el valor F calculado excede el valor “F” crítico (en todas las regresiones) a un nivel de significancia del 5%, por lo que se concluye indicando que cada X (variable explicativa) particular es colineal con las demás X del modelo.

5. Factores de tolerancia y de inflación de varianza

Xi	R ² _j	Índice de Tolerancia 1 - R ² _j	FIV
<i>Log(L)</i>	0.976833	0.023167	43.1648
<i>Log(K)</i>	0.815148	0.184852	5.4097
<i>T</i>	0.972496	0.027504	36.3583

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o.

- Regresión auxiliar:

$$\text{LOG}(L) = C(1) + C(2)*\text{LOG}(K) + C(3)*T$$

$$FIV = 1/(1 - R^2_j)$$

$$FIV = 1/1 - 0.976833$$

$$FIV = 43.1648$$

$$TOL = 1/FIV$$

$$TOL = 1/43.1648$$

$$TOL = 0.023167$$

- Regresión auxiliar:

$$\text{LOG}(K) = C(1) + C(2)*\text{LOG}(L) + C(3)*T$$

$$FIV = 1/(1 - R^2_j)$$

$$FIV = 1/1 - 0.815148$$

$$FIV = 5.4097$$

$$TOL = 1/FIV$$

$$TOL = 1/5.4097$$

$$TOL = 0.184852$$

- Regresión auxiliar: $T = C(1) + C(2)*\text{LOG}(K) + C(3)*\text{LOG}(L)$

$$FIV = 1/(1 - R^2_j)$$

$$FIV = 1/1 - 0.972496$$

$$FIV = 36.3583$$

$$TOL = 1/FIV$$

$$TOL = 1/36.3583$$

$$TOL = 0.027504$$

Decisión:

“Si el FIV excede a 10 la variable está altamente colineal”, en base a esta regla, los resultados para el modelo muestran que las variables con un alto grado de colinealidad son: la variable de tendencia (el tiempo) y el insumo trabajo; el factor de tolerancia nos muestra el mismo resultado, porque el factor TOL es muy cercano a cero para las dos variables señaladas.

Conclusión referente al problema de la presencia de multicolinealidad para el modelo

Luego de haber aplicado las diferentes reglas prácticas para la detección de la presencia de multicolinealidad en el modelo, llego a la conclusión de que la solución al problema conlleva a la eliminación de alguna de las variables causantes del mismo, ya que hemos visto que la relación lineal entre algunas de ellas es muy fuerte, por tanto, se procederá a correr el modelo Cobb-Douglas con la omisión de la variable de tendencia (T) como medida correctiva.

En el modelo no se elimina la variable trabajo por su relevancia teórica, además se espera que al omitir la variable tiempo del modelo, las estimaciones no varíen considerablemente, pues se debe de considerar que para fines explicativo la multicolinealidad es un problema grave.

Finalmente considero importante poner de manifiesto que la variable de tendencia, es de vital importancia en la explicación del comportamiento de la variable dependiente (producción) en el modelo, porque representa el factor tecnológico, el cual mejora con el transcurso del tiempo, es decir, su omisión del modelo no debe a su poca importancia; por lo que esta medida para aliviar el problema de la multicolinealidad podría producir un sesgo de especificación.

A continuación, se realiza la aplicación de la medida correctiva (omisión de la variable tiempo) para el modelo.

6.4.1. Corrección del problema de la presencia de multicolinealidad en el modelo.

$$Q_t = \beta_1 L_t^{\beta_2} K_t^{\beta_3} e^{\alpha_t}$$

Medida correctiva

(omisión de la variable tiempo)

Una vez omitida la variable tiempo del modelo los resultados son los siguientes:

$$\text{LOG}(Q) = 4.93308 + 0.10522*\text{LOG}(K) + 0.73930*\text{LOG}(L)$$

<i>ee</i>	(0.21075)	(0.04641)	(0.06183)
<i>t</i>	(23.4067)	(2.26722)	(11.95576)
<i>p</i>	(0.0000)	(0.0327)	(0.0000)
<i>F</i> = 527.7922		<i>R</i> ² = 0.977769	<i>R</i> ² = 0.975917

Para confirmar que al estimar el modelo sin la variable de tendencia el problema de multicolinealidad se ha corregido, se procede a aplicar las respectivas reglas prácticas para la detección del problema.

1. *R*² elevado y pocas razones “*t*” significativas.

En los resultados se observa que los valores *t* a un nivel de significancia del 5% son estadísticamente significativos, es decir, la variable dependiente es muy bien explicada por el modelo en su conjunto, con un coeficiente de determinación bastante alto (0.977769), lo que se confirma con el valor de la prueba *F*.

Todo esto nos lleva a pensar que el problema de multicolinealidad ha desaparecido, pero se sabe que esta no es una prueba concluyente, por tanto, se hace necesario la aplicación de otras pruebas.

2. Altas correlaciones entre pares de regresores.

Coefficientes de correlación, usando las observaciones 1992 – 2018.

Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.3809 para *n* = 27

Correlation

	<i>LOG(K)</i>	<i>LOG(L)</i>
<i>LOG(K)</i>	1.000000	0.901886
<i>LOG(L)</i>	0.901886	1.000000

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Los resultados muestran que existe una alta correlación entre las variables explicativas del modelo, sin embargo, se procederá a aplicar el resto de pruebas para confirmar este resultado.

3. Regresiones auxiliares

- **Regresión auxiliar 1.**

$$\text{LOG}(K) = C(1) + C(2)*\text{LOG}(L)$$

$$\text{LOG}(K) = 1.21091312835 + 1.20161115668*\text{LOG}(L)$$

$$R^2 = 0.813398$$

$$F = (R^2 / (K-2)) / (1-R^2) / (n-K+1)$$

$$"F" \text{ dado} = 4.20 \quad "F" \text{ calculado} = 108.9749 \quad \alpha = 5\%$$

- **Regresión auxiliar 2.**

$$\text{LOG}(L) = C(1) + C(2)*\text{LOG}(K)$$

$$\text{LOG}(L) = 0.597776170884 + 0.676922768173*\text{LOG}(K)$$

$$R^2 = 0.813398$$

$$F = (R^2 / (K-2)) / (1-R^2) / (n-K+1)$$

$$"F" \text{ dado} = 4.20 \quad "F" \text{ calculado} = 108.9749 \quad \alpha = 5\%$$

Decisión: En los resultados se obtiene el mismo coeficiente de determinación de la regresión auxiliar para las dos regresiones, sin embargo, este no es un valor muy alto lo cual podría indicar que la presencia de multicolinealidad es en un grado menor.

4. Factores de tolerancia y de inflación de varianza

La regresión de la función de producción corregida usando el programa Gretl nos presenta los siguientes resultados del Índice de Tolerancia (TOL) y del Factor Inflador de Varianza (FIV):

Variance Inflation Factors
Date: 07/27/19 Time: 10:51
Sample: 1992 2018
Included observations: 27

Variable	Coefficient d Variance	Uncentere	Centered
		VIF	VIF
C	0.044418	511.7532	NA
LOG(K)	0.002154	2658.120	5.358998
LOG(L)	0.003824	2547.463	5.358998

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

	TOL	FIV
<i>Log(K)</i>	<i>0.1866</i>	<i>5.359</i>
<i>Log(L)</i>	<i>0.1866</i>	<i>5.359</i>

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

En la tabla se presentan los resultados obtenidos tanto del factor *FIV* como del factor *TOL*, estos muestran que el valor del *FIV* de 5.359 es menor a 10 lo que significaría que existe un grado de multicolinealidad bajo entre las variables explicativas del modelo; el Índice de Tolerancia presenta una interpretación similar *TOL* (0.322) dado que su valor no es cercano a cero.

5. Prueba de farrar-glauber

	LOG(K)	LOG(L)
<i>LOG(K)</i>	<i>1.000000</i>	<i>0.901886</i>
<i>LOG(L)</i>	<i>0.901886</i>	<i>1.000000</i>

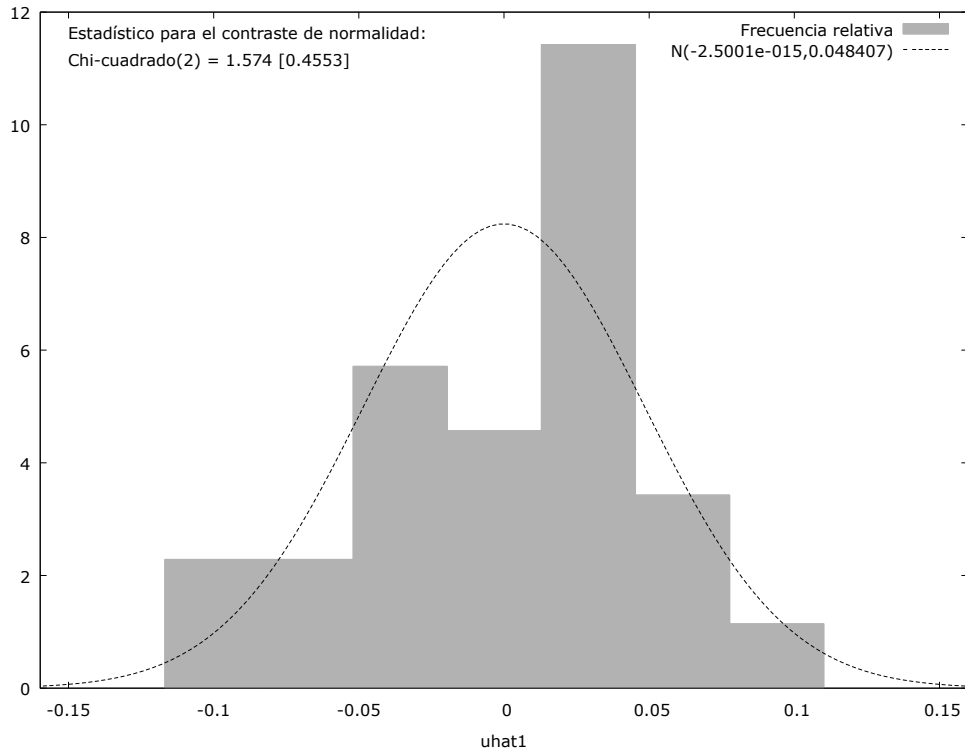
Conclusión corregida el problema de multicolinealidad

Luego de haber efectuado el respectivo análisis del problema de multicolinealidad en el modelo y de haber tomado como medida correctiva la omisión de la variable tiempo, vemos que, pese a que sigue existiendo colinealidad entre las variables explicativas, esta es de un menor grado, no se puede omitir otra variable para verificar si el problema desaparece en su totalidad dado que se incurriría en un sesgo de especificación.

6.4.2. Prueba de normalidad de los residuos.

$$Q_t = \beta_1 L_t \beta_2 K_t \beta_3 \varepsilon^u_t$$

Grafico No. 10. Normalidad de los residuos



Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

JB sigue una distribución Ji- Cuadrado con 2 grados de libertad

Ho: sigue una distribución normal

Ha: no sigue una distribución normal

$$\chi^{2d} = 5.99147$$

Decisión: No existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula con un 95% de confianza (los residuos están normalmente distribuidos).

6.5. Pruebas para la detección de heteroscedasticidad

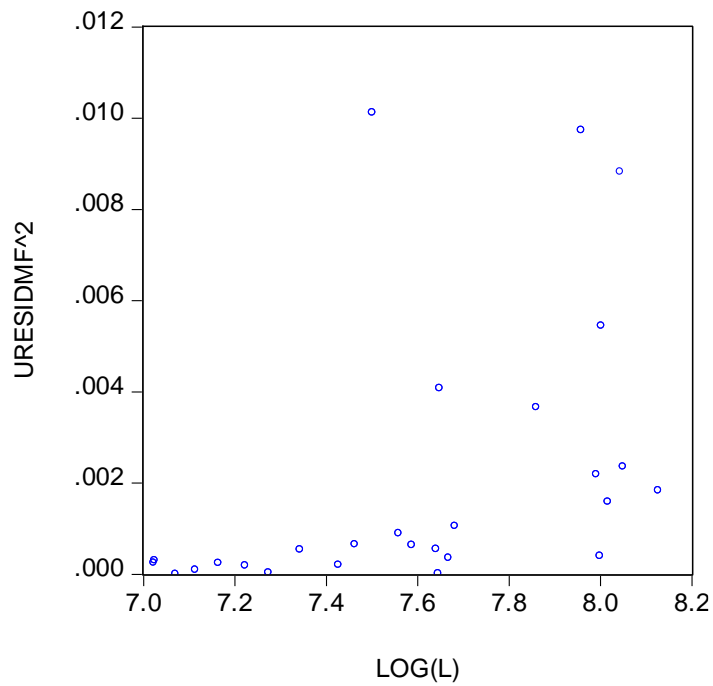
Un supuesto crítico del modelo clásico de regresión lineal es que todas las perturbaciones μ_i tienen la misma varianza σ^2 . Si este supuesto no se satisface, hay Heteroscedasticidad.

Para la detección del problema de la Heteroscedasticidad en el modelo Cobb-Douglas se procede a la aplicación de las siguientes pruebas:

Nota: Todas las pruebas para la heteroscedasticidad se presentan en los anexos de heteroscedasticidad.

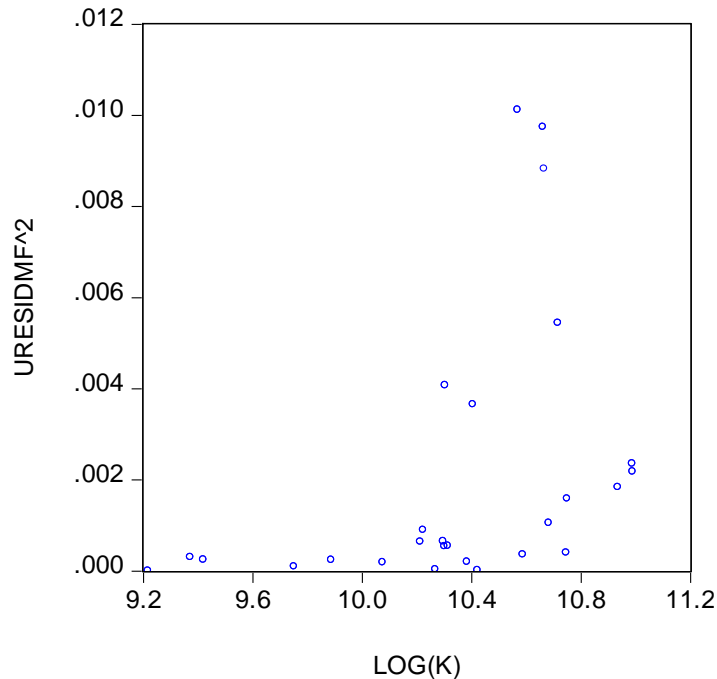
1. Método gráfico.

Grafico No. 11. Detección de heteroscedasticidad, $\log(L)$



Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Grafico No. 11. Detección de heteroscedasticidad, log(K)



Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

A través del método gráfico se puede apreciar que el comportamiento de los residuos al cuadrado, con relación a las variables explicativas del modelo, siguen un patrón sistemático definido por lo que se podría decir que hay la posibilidad de que exista heteroscedasticidad. Al ser el método grafico no definitivo para demostrar la existencia de heteroscedasticidad, utilizaremos otras técnicas definitorias.

2. Prueba Breusch-Pagan-Godfrey.

Ho: la Varianza del modelo no está explicada por las variables exógenas del modelo (No hay heteroscedasticidad ocasionada por las variables explicativas).

$$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 0$$

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	3.297689	Prob. F(2,24)	0.0543
Obs*R-squared	5.820331	Prob. Chi-Square(2)	0.0545
Scaled explained SS	4.666308	Prob. Chi-Square(2)	0.0970

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Se rechaza la hipótesis H_0 , dado que p de F no es mayor al 5%, p del Chi-Square no es mayor al 10%, aunque la p de la variable C es menor al 5% (homoscedástico). Por lo tanto, concluimos que existe problema de heteroscedasticidad.

3. Test Harvey

Heteroskedasticity Test: Harvey

F-statistic	9.037527	Prob. F(2,24)	0.0012
Obs*R-squared	11.59895	Prob. Chi-Square(2)	0.0030
Scaled explained SS	8.271442	Prob. Chi-Square(2)	0.0160

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

H_0 : la Varianza del modelo no está explicada por las variables exógenas del modelo (No hay heteroscedasticidad ocasionada por las variables explicativas).

$$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 0$$

Dado que p de F, no es mayor al 5% y p de Chi-cuadrado no es mayor al 10%, nos demuestra que existe problema de heteroscedasticidad.

4. Prueba de Glejser.

Ho: la Varianza del modelo no está explicada por las variables exógenas del modelo (No hay heteroscedasticidad ocasionada por las variables explicativas).

$$Ho: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 0$$

Heteroskedasticity Test: Glejser

F-statistic	6.690415	Prob. F(2,24)	0.0049
Obs*R-squared	9.664911	Prob. Chi-Square(2)	0.0080
Scaled explained SS	9.113054	Prob. Chi-Square(2)	0.0105

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Ho: la Varianza del modelo no está explicada por las variables exógenas del modelo (No hay heteroscedasticidad ocasionada por las variables explicativas).

$$Ho: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 0$$

Se rechaza la hipótesis Ho, dado que p de F no es mayor al 5%, p del Chi- Square no es mayor al 10%. Por lo tanto, concluimos que existe problema de heteroscedasticidad.

5. Test de White.

Ho: la Varianza del modelo no está explicada por las variables exógenas del modelo (No hay heteroscedasticidad ocasionada por las variables explicativas).

$$Ho: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 0$$

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	2.437337	Prob. F(5,21)	0.0684
Obs*R-squared	9.914835	Prob. Chi-Square(5)	0.0777
Scaled explained SS	7.948976	Prob. Chi-Square(5)	0.1591

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 08/12/19 Time: 10:36
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.068733	0.319702	-0.214991	0.8318
LOG(K)^2	0.023896	0.012259	1.949345	0.0647
LOG(K)*LOG(L)	0.073515	0.033829	-2.173147	0.0414
LOG(K)	0.061807	0.066843	0.924656	0.3656
LOG(L)^2	0.055077	0.025334	2.173990	0.0413
LOG(L)	0.069521	0.124971	-0.556298	0.5839
R-squared	0.367216	Mean dependent var		0.00208
Adjusted R-squared	0.216553	S.D. dependent var		3
S.E. of regression	0.002677	Akaike info criterion		0.00302
Sum squared resid	0.000150	Schwarz criterion		4
Log likelihood	125.0079	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	2.437337	Durbin-Watson stat		8.815401
Prob(F-statistic)	0.068384			-
				8.527437
				-
				8.729774
				2.25757
				3

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Dado que p de F , es levemente superior 5% y p de Chi-cuadrado no es mayor al 10%, nos demuestra que existe problema de heteroscedasticidad.

Conclusión: el modelo econométrico de la función de producción para Nicaragua presenta problemas de heteroscedasticidad.

Recordemos que un modelo heterocedástico es aquel en que las varianzas de las perturbaciones no son constantes, por lo tanto, la variabilidad es diferente para cada observación, es decir, los estimadores ya no son MELI, siguen siendo insesgados, consistentes, pero ya no son de varianza mínima.

Dado que el modelo presenta: a) variables explicativas estadísticamente significativas; b) el coeficiente de determinación alto (98%); c) existe normalidad en la distribución de los residuos y d) no tiene problemas de multicolinealidad. Por lo tanto, para la corrección del problema de heteroscedasticidad utilizaremos la técnica de *White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance (errores standard robustos de White)*.

Dependent Variable: LOG(Q)
 Method: Least Squares
 Date: 08/08/19 Time: 16:14
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27
 White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.933085	0.167567	29.43954	0.0000
LOG(K)	0.105227	0.047363	2.221713	0.0360
LOG(L)	0.739304	0.072970	10.13159	0.0000

Dependent Variable: LOG(Q)
 Method: Least Squares
 Date: 08/08/19 Time: 16:25
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.933085	0.210755	23.40677	0.0000
LOG(K)	0.105227	0.046412	2.267220	0.0327
LOG(L)	0.739304	0.061837	11.95576	0.0000

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Si observamos los coeficientes de las variables independientes y de la constante C, son exactamente los mismos, sin embargo, los “*Std. Error*” y por ende el estadístico “*t*” de las variables $\ln(k)$ y del $\ln(l)$ son diferentes, dichos estadísticos son mayores utilizando la corrección con errores standard robustos de White (*White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance*), estos serían los “*Std. Error*” correctos del modelo de una matriz que ya es consistente, es decir, que ya convergen probabilidad al verdadero valor poblacional, por lo tanto, esta matriz ya corrige el problema de la heteroscedasticidad. Bajo esta especificación ya podemos hacer inferencias.

Conclusión: el modelo para continuar con nuestro estudio será:

Dependent Variable: LOG(Q)
Method: Least Squares
Date: 08/12/19 Time: 10:55
Sample: 1992 2018
Included observations: 27
White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.933085	0.167567	29.43954	0.0000
LOG(K)	0.105227	0.047363	2.221713	0.0360
LOG(L)	0.739304	0.072970	10.13159	0.0000
R-squared	0.977769	Mean dependent var		11.6369
Adjusted R-squared	0.975917	S.D. dependent var		0
S.E. of regression	0.048409	Akaike info criterion		0.31193
Sum squared resid	0.056243	Schwarz criterion		9
Log likelihood	45.03645	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	527.7922	Durbin-Watson stat		3.113811
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic		-
Prob(Wald F-statistic)	0.000000			2.969829
				-
				3.070998
				0.91279
				2
				797.204
				0

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

6.5.1. Pruebas para la detección de autocorrelacion

Nota: Las pruebas realizadas para la detección de la autocorrelacion se presentan en anexos de autocorrelacion.

$$\Delta \log \bar{Y}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \log(k_t) + \beta_2 \Delta \log(l_t) + \varphi_1 \Delta \log \bar{Y}_{t-1} + \varphi_2 \Delta \log \bar{Y}_{t-2}$$

1. Método de gráfico.

Grafico No. 12. Detección de autocorrelacion



Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

En el grafico existe un patrón cíclico que nos lleva a sospechar de la existencia del problema de autocorrelacion serial, sin embargo, el método grafico es una prueba subjetiva, razón por la cual se procede a la realización de otras pruebas para la detección del problema.

2. Prueba de Breusch-Godfrey

H₀: El modelo no tiene problema de autocorrelacion en un rezago.

$$\varepsilon_t = \theta_0 + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \Delta \log(k_t) + \theta_3 \log(l_t) + v_t$$

$$H_0: \theta_1 = 0$$

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	8.062744	Prob. F(1,23)	0.0093
Obs*R-squared	7.008205	Prob. Chi-Square(1)	0.0081

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 08/14/19 Time: 12:01

Sample: 1992 2018

Included observations: 27

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.051474	0.186137	-0.276538	0.7846
LOG(K)	0.011684	0.041003	0.284961	0.7782
LOG(L)	0.008869	0.054444	-0.162907	0.8720
RESID(-1)	0.561266	0.197664	2.839497	0.0093
R-squared	0.259563	Mean dependent var		-6.90E-16
Adjusted R-squared	0.162984	S.D. dependent var		0.04651
S.E. of regression	0.042551	Akaike info criterion		0
Sum squared resid	0.041644	Schwarz criterion		3.340252
Log likelihood	49.09340	Hannan-Quinn criter.		3.148276
F-statistic	2.687581	Durbin-Watson stat		3.283167
Prob(F-statistic)	0.070144			1.65408

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Dado que la probabilidad de F es menor del 5% y la probabilidad de $Chi-Square$ es menor del 10%, rechazamos la hipótesis nula de que el modelo no presenta problemas de autocorrelacion.

H_0 : El modelo no tiene problema de autocorrelacion en dos rezagos.

$$\varepsilon_t = \theta_0 + \theta_1\varepsilon_{t-1} + \theta_2\varepsilon_{t-2} + \theta_3\log(k_t) + \theta_4\log(l_t) + v_t$$

$$H_0: \theta_1 = \theta_2 = 0$$

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	4.799280	Prob. F(2,22)	0.0186
Obs*R-squared	8.201675	Prob. Chi-Square(2)	0.0166

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 08/14/19 Time: 11:59

Sample: 1992 2018

Included observations: 27

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.029375	0.185497	-0.158358	0.8756
LOG(K)	0.005290	0.041012	0.128981	0.8985
LOG(L)	0.003201	0.054193	-0.059062	0.9534
RESID(-1)	0.679882	0.220186	3.087766	0.0054
RESID(-2)	0.269299	0.227864	-1.181837	0.2499
R-squared	0.303766	Mean dependent var		-6.90E-16

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

La probabilidad de F es menor al 5%, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula que el residuo en tiempo t no depende de los residuos en tiempo $t-1$ y en tiempo $t-2$. En consecuencia, nuestro modelo tiene problema de autocorrelacion, violando un supuesto econométrico.

Por lo tanto, vamos a eliminar el problema de autocorrelacion introduciendo dos términos autorregresivos, quedando el modelo corregido de la siguiente manera:

$$\Delta \log \bar{Y}_t = \beta_0 + \alpha \Delta \log(k_t) + \beta \Delta \log(l_t) + \phi_1 \Delta \log \bar{Y}_{t-1} + \phi_2 \Delta \log \bar{Y}_{t-2} + \varepsilon_t$$

Dependent Variable: LOG(Q)
 Method: Least Squares
 Date: 08/14/19 Time: 12:16
 Sample (adjusted): 1994 2018
 Included observations: 25 after adjustments
 White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.592836	0.299281	5.322214	0.0000
LOG(K)	0.074826	0.020472	3.655133	0.0016
LOG(L)	0.196088	0.038162	5.138286	0.0001
LOG(Q(-1))	0.711685	0.196748	3.617233	0.0017
LOG(Q(-2))	0.041073	0.180361	-0.227725	0.8222
R-squared	0.996555	Mean dependent var		11.6773
Adjusted R-squared	0.995865	S.D. dependent var		9
S.E. of regression	0.018454	Akaike info criterion		0.28699
Sum squared resid	0.006811	Schwarz criterion		4
Log likelihood	67.12798	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	1446.191	Durbin-Watson stat		4.970238
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic		-
Prob(Wald F-statistic)	0.000000			4.726463
				-
				4.902625
				1.33136
				7
				1414.41
				6

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o, Eviews v-9)

6.5.2. Evaluación del modelo (económica y econométricamente)

Una vez corregidos los problemas de la violación de los supuestos (multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelacion) presentes en el modelo de la Función de Producción Cobb-Douglas se procede a realizar la evaluación económica y econométrica respectiva.

$$LOG(Q) = 1.592836 + 0.074826*LOG(K) + 0.196088*LOG(L)$$

<i>se</i>	(0.2992)	(0.0748)	(0.0381)
<i>t</i>	(5.3222)	(3.6551)	(5.1382)
<i>p</i>	(0.0000)	(0.0016)	(0.0001)
R^2	(0.9965)	Adjusted R-squared = 0.9958	

En la producción para Nicaragua durante el periodo 1992 – 2018, las elasticidades del producto con respecto al capital y al trabajo fueron 0.0748 y 0.1960 respectivamente. Los signos obtenidos son los esperados, dado que se espera una relación directa entre la producción y los factores de la misma (capital y trabajo). Se puede decir entonces que, durante el periodo de estudio, manteniendo constante el insumo capital, un incremento de 1% en el insumo trabajo, condujo en promedio a un incremento del 0.1960% en el producto; en forma similar, manteniendo constante el insumo trabajo, un incremento del 1% en el insumo capital, condujo en promedio a un incremento del 0.074% en el producto. Sumando las dos elasticidades del producto se obtiene 0.2709, lo que implica rendimientos decrecientes a escala, esto es, duplicando los insumos, la producción crecerá menos del doble. Cabe destacar que según nuestros resultados el insumo capital aporta menos de la mitad de lo que aporta el insumo trabajo.

6.5.3. Interpretación de los resultados de los valores

- **Prueba de significancia individual “t”.**

Los valores “t” nos indican que se tiende a rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente es igual a cero para β_2 y β_3 a un nivel de significancia del 5%, lo cual corroboramos con el valor “p”, concluyendo que los coeficientes son estadísticamente significativos.

- **Prueba de significancia global “F”.**

Al revisar el estadístico $F = 1446.191$, vemos que a un nivel de significancia del 5% no hay evidencia estadística suficiente para aceptar la $H_0: \beta_2 = \beta_3 = 0$. Además, si observamos la “p” de

F es estadísticamente significativa ($p = 0.0000$) al 5% de significancia. Es decir, el modelo de manera global (conjunta) es estadísticamente significativo.

- Coeficiente de determinación múltiple y ajustado.

$R^2 = 0.9965$, este coeficiente nos dice que aproximadamente un 99.65% de las variaciones en la variable dependiente ($\log(Q_i)$) estarían explicadas por el modelo en su conjunto.

Adjusted R-squared = 0.9958, tomando en cuenta los grados de libertad el R^2 ajustado nos diría que cerca del 99.58% de las variaciones en el $\log(Q_i)$ vendrían explicadas por el modelo en su conjunto. Lo anterior nos indica que existe un ajuste muy aceptable.

- Prueba de hipótesis

3. Método de gráfico (Elipse de confianza).

Si observamos el anexo () todos los coeficientes del modelo caen dentro de la elipse de confianza. Por lo tanto, según el método de gráfico todos los coeficientes son **OJO**

4. Test de Wald:

Para el coeficiente C.

Wald Test:
Equation: HIPOTESISMF

Test Statistic	Value	df	Probabilidad
t-statistic	7.23E-07	20	1.0000
F-statistic	5.23E-13	(1, 20)	1.0000
Chi-square	5.23E-13	1	1.0000

Null Hypothesis: C(1)=1.592836
Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
-1.592836 + C(1)	2.18E-07	0.301422

Restrictions are linear in coefficients.

Para el coeficiente log(k).

Wald Test:
Equation: HIPOTESISMF

Test Statistic	Value	df	Probabilit y
t-statistic	1.99E-05	20	1.0000
F-statistic	3.96E-10	(1, 20)	1.0000
Chi-square	3.96E-10	1	1.0000

Null Hypothesis: C(2)=0.074826
Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
-0.074826 + C(2)	4.48E-07	0.022528

Restrictions are linear in coefficients.

5. Para el coeficiente log(l).

Wald Test:
Equation: HIPOTESISMF

Test Statistic	Value	df	Probabilit y
t-statistic	1.69E-06	20	1.0000
F-statistic	2.87E-12	(1, 20)	1.0000
Chi-square	2.87E-12	1	1.0000

Null Hypothesis: C(3)=0.196088
Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
-0.196088 + C(3)	9.38E-08	0.055385

Restrictions are linear in coefficients.

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o, Eviews v9)

6. Coeficientes de intervalos de confianza.

Coefficient Confidence Intervals

Date: 08/15/19 Time: 15:51

Sample: 1992 2018

Included observations: 25

Variable	t	90% CI		95% CI		99% CI	
		Low	High	Low	High	Low	High
C	1.592836	1.072969	2.112704	0.964081	2.221591	0.735189	2.450484
LOG(K)	0.074826	0.035971	0.113682	0.027833	0.121820	0.010726	0.138927
LOG(L)	0.196088	0.100564	0.291612	0.080556	0.311620	0.038498	0.353678
LOG(Q(-1))	0.711685	0.422731	1.000639	0.362209	1.061161	0.234985	1.188385
LOG(Q(-2))	-0.041073	-0.332520	0.250375	-0.393564	0.311419	-0.521885	0.439740

Fuente: elaboración propia, en base al modelo m.c.o., Eviews v-9)

Dado el coeficiente de confianza de 95%, en 95 de cada 100 casos, los intervalos contendrán al verdadero valor de β_1 , β_2 y β_3 . Pero, no se puede afirmar que la probabilidad de que el intervalo específico de la ecuación contenga al verdadero β_1 , β_2 y β_3 sea de 95%, porque este intervalo es ahora fijo y no aleatorio; por consiguiente, β_1 , β_2 y β_3 se encontrará o no dentro de él: la probabilidad de que el intervalo fijo específico incluya los verdaderos valores de β_1 , β_2 y β_3 es por consiguiente 1 o 0.

En todos los casos la amplitud del intervalo de confianza es proporcional al error estándar del estimador. Es decir, entre más grande sea el error estándar, más amplio será el intervalo de confianza. Expresado de otra forma, mientras más grande sea el error estándar del estimador, mayor será la incertidumbre de estimar el verdadero valor del parámetro desconocido. Así, el error estándar de un estimador suele describirse como una medida de la precisión del estimador (es decir, con qué precisión mide el estimador al verdadero valor poblacional).

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

7.1.1. *Primer objetivo específico:*

En el periodo de estudio 1992-2018 (26 años) han transitado en Nicaragua cinco gobiernos; el primero el de Violeta Barrios (25 de abril de 1990 al 10 de enero de 1997; Arnoldo Alemán Lacayo (10 de enero de 1997 al 10 de enero de 2002); Enrique Bolaños Geyer (10 de enero de 2002 – 10 de enero 2007); primer periodo de gobierno del presidente Daniel Ortega (10 de enero de 2007 al 10 de enero 2012); segundo periodo de gobierno de Daniel Ortega (10 de enero de 2012 al 10 de enero del 2018).

El crecimiento de la producción (PIB, \$ USA) para los 26 años del periodo estudiado (1992 – 2018) fue de 236.8%, su crecimiento promedio anual de 4.9%.

La tasa de crecimiento de la producción por habitante (PIB, \$ USA/población) para el mismo periodo fue de 126%, su crecimiento promedio anual de 3.3%.

El crecimiento de la población para el periodo estudiado es de 49.2% y el promedio anual fue de 1.55%.

Lo anterior nos demuestra que la producción creció en todo el periodo (26 años) 236.8%, es decir, (3.37 veces), mientras que la población solo creció en el mismo periodo 49.2%, es decir, 1.49 veces); lo que permitió un crecimiento de la producción por habitante para todo el periodo de 126% (2.26 veces). Lo cual es muy satisfactorio.

Es importante señalar que, en el año 2008, ocurre la crisis financiera internacional, con la quiebra de los bancos más importantes de Estados Unidos de norte américa, esto provocó una crisis financiera a nivel global. En Nicaragua en este año, ocurrió una disminución de la inversión

pública y privada en 31.6%, lo cual provocó una caída del PIB en 1.3% y una disminución del empleo en 3.3%.

En cuanto a la Formación Bruta de Capital (FBC) público y privado, podemos concluir que la tasa promedio anual de crecimiento de la FBC en el periodo de estudio de 26 años fue de 6.9%, creció en el mismo periodo en 2.6 veces; mientras que la tasa de crecimiento anual promedio de la FBC por persona fue de 5.3%, aumentando para todo el periodo en 1.4 veces, algo completamente insuficiente. En cuanto al indicador Inversión/PIB, tenemos que en 1992 representaba el 17% y para el 2018 fue de 24%, recordando que la inversión corresponde a la pública y privada.

La FBC representa el motor de cualquier economía, al aumentar esta, el PIB tiende a crecer y esto tiene un efecto directo positivo en el empleo. En el año 2018 (crisis sociopolítica en Nicaragua) la FBC decreció en 24% con respecto al año 2017, lo que provocó una caída del PIB en US\$ nominales de 5.0% y por ende provocó una disminución del empleo del 8% con respecto al año 2017.

Así, en el 2007, mientras Nicaragua invirtió (FBC) menos de US\$700 por persona, Costa Rica invirtió casi US\$ 3,700 por persona, es decir más de cinco veces que el primero. Como el acervo o stock de capital de hoy es la suma acumulada de la inversión fija, descontando la depreciación, debe inferirse que el capital por persona de un país cuya inversión por persona es baja durante muchos años, debe tener un capital por persona también bajo, en comparación con un país cuya formación bruta de capital ha sido alta. Este es el caso de Nicaragua, en comparación al de Costa Rica.

En lo referente al Trabajo (ocupados), el crecimiento absoluto de los ocupados en Nicaragua ha sido de manera decreciente en el periodo de estudio (ver gráficos 7 y 8). En términos relativos hubieron tasas de variaciones negativas en periodos como en 1999, 2003, 2009 y 2018; y positivas

en 1998, 2000, 2010, 2011 y 2017. Si observamos en el gráfico 8, la tendencia de la tasa de crecimiento de la mano de obra ocupada es decreciente.

Un problema de primer orden dentro de los ocupados en Nicaragua es el empleo informal que caracteriza a la mayor parte de los ocupados. Diversos estudios indican que Nicaragua presenta uno de los niveles más altos de informalidad en América Latina. Así mismo, como es característico en los países en vías de desarrollo, los datos reflejan que las áreas rurales y las mujeres son las más afectadas. Se puede afirmar que las causas de la informalidad son más claras que sus costos; no obstante, en diferentes estudios empíricos se ha encontrado que la informalidad implica una asignación deficiente de los recursos, baja productividad, poca innovación tecnológica, evasión de impuestos, así como un grado reducido de aportes a seguridad social, entre otros.

Diversos estudios indican que Nicaragua presenta uno de los niveles más de altos de informalidad en América Latina. Asimismo, como es característico en los de países en vías de desarrollo, los datos reflejan que las áreas rurales y las mujeres son las más afectadas.

En este sentido, la literatura indica que desde inicios de la década del 2000 se han venido realizado diferentes mediciones del empleo informal en Nicaragua. Balmaceda (2003), utilizando la ECH (INIDE, 2012), analizó el empleo informal para el periodo 2000-2003, encontrando que la tasa de empleo en el sector informal pasó del 62.9 por ciento en 2000 al 66.1 por ciento en 2003. Mientras que la OIT, utilizando ECH encontró que para el año 2004 Nicaragua presentaba un nivel de empleo informal del 72.4 por ciento. Dicho indicador se incrementó al 77 por ciento en el año 2010.

Por su parte, Fideg (2014) en su estudio sobre pobreza de 2009-2013 (basado también en ECH) incorpora mediciones del nivel de informalidad laboral en el ámbito nacional para ese periodo (trabajadores que laboran en empresas con menos de seis trabajadores y que utilizan mano de obra

familiar). Fideg indicó que en 2013 el 74.9 por ciento de los trabajadores pertenecían al sector informal y señaló que en el área rural la informalidad era mayor que en el área urbana, alcanzando el 81.2 por ciento de los ocupados en el 2013. Al hacer la comparación por sexo, encontró que el 78.2 por ciento de las mujeres ocupadas tenían trabajos informales, mientras que para el caso de los hombres la proporción era del 72.8 por ciento.

La Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (Funides, 2016), a través de la Encuesta de Empresas Sostenibles 2015, estimó que la informalidad empresarial total era del 88.0 por ciento. En esa encuesta, una empresa informal es aquella que no lleva contabilidad o no tiene registro mercantil o no paga presentaciones sociales. Asimismo, la encuesta revela que el 89.8 por ciento de las microempresas (de 1 a 5 trabajadores) eran informales.

En la Revista de Economía y Finanzas BCN, Vol. 3, nov. 2016, “Determinantes de la informalidad en Nicaragua”, Brenes & Cruz, encontraron que la informalidad laboral en Nicaragua, medida como proporción de los ocupados que no están inscritos a la seguridad social, representó a finales de 2012 el 82.0 por ciento de la población ocupada, el cual está concentrado en la agricultura, comercio e industria (69.8%). En términos de educación y edad, se constata que, a menor nivel de escolaridad, mayor informalidad, y que tiende a ser alta en los primeros y últimos años de la vida laboral del ocupado.

Respecto a la informalidad de las empresas, esta asciende a 71.1 por ciento de la población ocupada, ya que la mayoría labora en negocios de 1 a 5 personas, mientras el 75.7 por ciento lo hace en negocios que no llevan ningún tipo de registro contable.

7.1.2. Segundo objetivo específico:

En general, los modelos econométricos y específicamente la función de producción son utilizados como una herramienta de análisis que ayuda en la toma de decisiones tanto a nivel económico general (macro) como en el ámbito de la dirección de empresas (micro).

Mediante el programa econométrico Eviews se estimó la Función de Producción Cobb-Douglas para Nicaragua. En los resultados presentados se observa que el supuesto más relevante de la función de producción Cobb-Douglas de que a medida que se incrementan los insumos también se incrementa la producción (relación directa), no se cumple principalmente con el insumo trabajo.

No se pudo probar la existencia de rendimientos constantes, crecientes o decrecientes a escala debido al problema del signo contrario en la regresión, por lo que no se pudo continuar con la evaluación económica, econométrica y la inferencia estadística de los parámetros en el modelo.

Puesto que los resultados no guardaban coherencia con la teoría económica procedí a realizar las pruebas de multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelacion para determinar si los estimadores de la función de producción Cobb-Douglas son los mejores estimadores lineales insesgados (MELI).

Luego de haber aplicado las diferentes reglas prácticas para la detección de la presencia de multicolinealidad en el modelo, se llegó a la conclusión de que la solución al problema conlleva a la eliminación de alguna de las variables causantes del mismo, ya que observamos que la relación lineal entre algunas de ellas era muy fuerte, por tanto, se procederá a correr el modelo Cobb-Douglas con la omisión de la variable de tendencia (T) como medida correctiva.

El modelo econométrico de la función de producción para Nicaragua corregido presento problemas de heteroscedasticidad. Para la detección del problema de la Heteroscedasticidad en el

modelo Cobb-Douglas procedí a la aplicación de las siguientes pruebas: Método gráfico; Prueba Breusch-Pagan-Godfrey; Test Harvey; Prueba de Glejser y el Test de White.

Para la corrección del problema de heteroscedasticidad utilice la técnica de *White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance (errores standard robustos de White)*.

Una vez corregido el problema de heteroscedasticidad del modelo procedí a comprobar si el modelo presentaba problemas de autocorrelacion. Para la detección de autocorrelacion utilice las siguientes herramientas: Método gráfico y la Prueba de Breusch-Godfrey. Con dichas herramientas de demostró que el modelo presentaba problemas de autocorrelacion.

Por lo tanto, para eliminar el problema de autocorrelacion introduje dos términos autorregresivos (en tiempo $t-1$ y en tiempo $t-2$) dentro del modelo (White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance).

7.1.3. Tercer objetivo específico:

Una vez corregidos los problemas que violan los supuestos (multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelacion) presentes en el modelo de la Función de Producción Cobb-Douglas y haber realizado las pruebas de significancia individual “t” del modelo, prueba de significancia global “F” del modelo, Coeficiente de determinación múltiple y ajustado del modelo y prueba de hipótesis, los resultados son los siguientes: En la producción para Nicaragua durante el periodo 1992 – 2018, las elasticidades del producto con respecto al capital y al trabajo fueron 0.0748 y 0.1960 respectivamente. Los signos obtenidos son los esperados, dado que se espera una relación directa entre la producción y los factores de la misma (capital y trabajo). Se puede decir entonces que, durante el periodo de estudio, manteniendo constante el insumo capital, un incremento de 1% en el insumo trabajo, condujo en promedio a un incremento del 0.1960% en el

producto; en forma similar, manteniendo constante el insumo trabajo, un incremento del 1% en el insumo capital, condujo en promedio a un incremento del 0.074% en el producto. Sumando las dos elasticidades del producto se obtiene 0.2709, lo que implica rendimientos decrecientes a escala, esto es, duplicando los insumos, la producción crecerá menos del doble. Cabe destacar que según nuestros resultados el insumo capital aporta menos de la mitad de lo que aporta el insumo trabajo.

7.2.Recomendaciones:

1. Nicaragua necesita continuar creciendo y generar los empleos productivos necesarios para reducir la pobreza. Para ello, el país requiere fortalecer su entorno de negocios, mejorando la productividad y aumentando la inversión.
2. Dado que el uso eficiente y eficaz de los recursos productivos en gran medida se tiene que dar a nivel empresarial, significa que es un problema microeconómico. Por lo tanto, los gremios empresariales deben de desarrollar una nueva cultura a la innovación, el aprovechamiento de la tecnología y el desarrollo empresarial.
3. Priorizar proyectos estratégicos para el desarrollo de la agroindustria.
4. Mejor adopción de ciencia y tecnología para mejorar la productividad.
5. Mejores y solidos encadenamientos productivos.
6. Mejor vinculación de academia y empresas para generar nuevas propuestas de negocios.
7. Desarrollo de infraestructura de transporte, el acceso al agua, la energía y la conectividad son esenciales para la competitividad.
8. Gestión Pública y Facilitación.

9. La educación y la capacitación de las personas son un factor fundamental para la construcción de un mejor entorno de negocios para Nicaragua, y la mejor forma de facilitar el acceso a un empleo de calidad, promover una “Alianza por la Educación” que articule al sector privado, el público y el académico.
10. La vinculación entre las empresas y las mejoras de sus capacidades para participar en mercados de alto valor agregado son condiciones indispensables para desarrollar mayor productividad y competitividad, y más y mejores empleos.
11. Para la operacionalización de las diez recomendaciones anteriores, sugiero que se elaboren líneas de acción para cada una de ellas, y clasificarlas de acuerdo al tiempo para su cumplimiento en corto, mediano y largo plazo.

Referencias Bibliográfica

- BCN. (2019). *Informe Anual 2018*. Obtenido de BCN: https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/informe_anual/Informe%20Anual%202018.pdf
- Bellod Redondo, J. F. (2011). *La Función de Producción Cobb – Douglas y la economía española*. Obtenido de Revista de Economía Crítica: http://revistaeconomiacritica.org/sites/default/files/revistas/n12/REC12_Articulo_2_bello.pdf
- Cortázar Martínez, A., & Montaña Raygoza, E. (Octubre-Noviembre de 2011). *La función Cobb Douglas en la producción de algodón del Valle de Juárez: Aplicación a factores definidos e interpretaciones específicas de resultados*. Obtenido de Revista Fuente: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-09/9.pdf>
- Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. (2009). *Macroeconomía* (10a ed.). Mexico, D. F.: Mc Graw Hill.
- Gerencia de Estudios Economicos. (2010). *50 años de estadísticas macroeconómicas 1960-2009*. Obtenido de BCN: https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/eventual/50_anios/informe_50_anios.pdf
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (5a ed.). Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- Hanke, J., & Reitsch, A. (1996). *Pronósticos en los Negocios* (5a ed.). Mexico, D. F.: Copyright © MCMXCV.
- Lopez, C., & Palomares, D. (1999). *Análisis de la Función de Producción Agraria para distintos niveles de agregación*. Obtenido de Estudios de Economía Aplicada: <https://documat.unirioja.es/download/articulo>
- Mankiw, G. (2014). *Macroeconomía* (8a ed.). Barcelona: Antoni Bosch.

Marchal, W., Lind, D., & Wathen, S. (2012). *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía*. Mexico, D. F.: McGRAW-HILL.

Nicholson, W. (2008). *Teoría Microeconómica* (9a ed.). Mexico, D. F.: CENGAGE Learning.

Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2001). *Econometría Modelos y Pronósticos* (4a ed.). Mexico, D. F.: Mc Graw Hill.

Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2013). *Microeconomía* (8a ed.). Madrid: Pearson Educación.

Stock, J., & Watson, M. (2012). *Introducción a la Econometría* (3a ed.). Madrid: Pearson Educación.

Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la Econometría* (4a ed.). Mexico, D. F.: CENGAGE Learning.

ANEXOS

Anexo No 1. Anexo del modelo

Anexo 1.1. Datos del modelo, en miles de córdobas constante del 2006 y miles ocupados.

Año	PIB real BCN	PIB ajustado	FBCf real BCN	FBC ajustado	Ocupados
1992	18.178,00	68.176,33	2.926,60	11.755,43	1.123,70
1993	18.106,60	68.310,11	2.389,10	12.326,57	1.121,70
1994	20.008,40	68.041,80	4.076,40	10.062,67	1.176,60
1995	21.191,30	75.188,47	4.671,80	17.169,42	1.228,20
1996	22.535,70	79.633,62	5.641,40	19.677,19	1.291,80
1997	23.429,60	84.685,67	6.840,90	23.761,06	1.369,90
1998	24.299,20	88.044,80	7.070,90	28.813,24	1.441,80
1999	26.008,90	91.312,63	9.237,40	29.781,98	1.544,20
2000	27.075,70	97.737,41	7.680,90	38.907,07	1.809,60
2001	27.877,40	101.746,28	7.036,40	32.351,24	1.679,60
2002	28.087,50	104.758,95	6.537,10	29.636,67	1.742,20
2003	28.795,50	105.548,47	6.469,60	27.533,66	1.917,00
2004	30.325,20	108.209,02	7.160,80	27.249,36	1.973,10
2005	31.623,90	113.957,40	7.971,40	30.160,63	2.080,90
2006	118.837,70	118.837,70	33.574,80	33.574,80	2.089,80
2007	124.870,30	124.870,30	39.647,50	39.647,50	2.138,50
2008	129.160,50	129.160,50	43.600,40	43.600,40	2.168,40
2009	124.907,70	124.907,70	29.829,00	29.829,00	2.096,50
2010	130.416,30	130.416,30	33.025,70	33.025,70	2.591,70
2011	138.654,20	138.654,20	42.656,80	42.656,80	2.858,90
2012	147.661,40	147.661,40	45.065,50	45.065,50	2.986,40
2013	154.936,80	154.936,80	46.630,50	46.630,50	3.029,30
2014	162.351,30	162.351,30	46.425,80	46.425,80	2.978,10
2015	170.131,60	170.131,60	59.262,90	59.262,90	2.955,50
2016	177.894,90	177.894,90	59.106,50	59.106,50	3.132,80
2017	186.212,40	186.212,40	56.090,50	56.090,50	3.383,40
2018	179.107,00	179.107,00	42.858,40	42.858,40	3.112,70

Anexo 1.2. MCO del modelo

$$\text{LOG}(Q) = C (1) + C (2) * \text{LOG}(K) + C (3) * \text{LOG}(L) + C (4) * T$$

Dependent Variable: LOG(Q)
 Method: Least Squares
 Date: 09/02/19 Time: 09:00
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.934876	0.425637	23.34120	0.0000
LOG(K)	0.125761	0.017722	7.096261	0.0000
LOG(L)	-0.007546	0.066697	-0.113136	0.9109
T	0.032796	0.002741	11.96508	0.0000
R-squared	0.996923	Mean dependent var		11.63690
Adjusted R-squared	0.996521	S.D. dependent var		0.311939
S.E. of regression	0.018398	Akaike info criterion		-5.017212
Sum squared resid	0.007785	Schwarz criterion		-4.825236
Log likelihood	71.73236	Hannan-Quinn criter.		-4.960128
F-statistic	2483.820	Durbin-Watson stat		0.885357
Prob(F-statistic)	0.000000			

Modelo corregido eliminando la variable tiempo (tecnología)

$$\text{LOG}(Q) = C (1) + C (2) * \text{LOG}(K) + C (3) * \text{LOG}(L)$$

Dependent Variable: LOG(Q)
 Method: Least Squares
 Date: 09/02/19 Time: 09:09
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.933085	0.210755	23.40677	0.0000
LOG(K)	0.105227	0.046412	2.267220	0.0327
LOG(L)	0.739304	0.061837	11.95576	0.0000
R-squared	0.977769	Mean dependent var		11.63690
Adjusted R-squared	0.975917	S.D. dependent var		0.311939
S.E. of regression	0.048409	Akaike info criterion		-3.113811
Sum squared resid	0.056243	Schwarz criterion		-2.969829
Log likelihood	45.03645	Hannan-Quinn criter.		-3.070998
F-statistic	527.7922	Durbin-Watson stat		0.912792
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo no 2. Detección del problema de multicolinealidad para el modelo.

$$\text{LOG}(Q) = C(1) + C(2) * \text{LOG}(K) + C(3) * \text{LOG}(L) + C(4) * T$$

REGRESIONES AUXILIARES

$$\text{LOG}(L) = C(1) + C(2) * \text{LOG}(K) + C(3) * T$$

Dependent Variable: LOG(L)
 Method: Least Squares
 Date: 09/02/19 Time: 09:13
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.939920	0.476237	12.47260	0.0000
LOG(K)	0.108124	0.049545	2.182335	0.0391
T	0.038461	0.002956	13.01186	0.0000
R-squared	0.976833	Mean dependent var		7.596223
Adjusted R-squared	0.974902	S.D. dependent var		0.355417
S.E. of regression	0.056306	Akaike info criterion		-2.811579
Sum squared resid	0.076090	Schwarz criterion		-2.667597
Log likelihood	40.95631	Hannan-Quinn criter.		-2.768765
F-statistic	505.9696	Durbin-Watson stat		1.063144
Prob(F-statistic)	0.000000			

$$\text{LOG}(K) = C(1) + C(2) * \text{LOG}(L) + C(3) * T$$

Dependent Variable: LOG(K)
 Method: Least Squares
 Date: 09/02/19 Time: 09:17
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.084685	4.897479	-0.221478	0.8266
LOG(L)	1.531418	0.701734	2.182335	0.0391
T	-0.014978	0.031422	-0.476652	0.6379
R-squared	0.815148	Mean dependent var		10.33862
Adjusted R-squared	0.799744	S.D. dependent var		0.473533
S.E. of regression	0.211906	Akaike info criterion		-0.160906
Sum squared resid	1.077702	Schwarz criterion		-0.016924
Log likelihood	5.172234	Hannan-Quinn criter.		-0.118093
F-statistic	52.91675	Durbin-Watson stat		0.677703
Prob(F-statistic)	0.000000			

$$T = C (1) + C (2)*LOG (K) + C (3)*LOG (L)$$

Dependent Variable: T
 Method: Least Squares
 Date: 09/02/19 Time: 09:20
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-152.5109	5.964864	-25.56820	0.0000
LOG(K)	-0.626121	1.313581	-0.476652	0.6379
LOG(L)	22.77238	1.750126	13.01186	0.0000
R-squared	0.972496	Mean dependent var		14.00000
Adjusted R-squared	0.970204	S.D. dependent var		7.937254
S.E. of regression	1.370100	Akaike info criterion		3.572083
Sum squared resid	45.05216	Schwarz criterion		3.716065
Log likelihood	-45.22312	Hannan-Quinn criter.		3.614897
F-statistic	424.2943	Durbin-Watson stat		1.060979
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo No 3. Detección del problema de heteroscedasticidad

Prueba de PARK

Modelo 3: MCO, usando las observaciones 1992-2018 (T = 27)

Variable dependiente: l_usq1

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
const	-15.8100	10.3658	-1.525	0.1398
l_L	0.817085	1.36317	0.5994	0.5543
Media de la vble. dep.	-9.603258	D.T. de la vble. dep.		2.439801
Suma de cuad. residuos	152.5756	D.T. de la regresión		2.470430
R-cuadrado	0.014168	R-cuadrado corregido		-0.025266
F(1, 25)	0.359282	Valor p (de F)		0.554299
Log-verosimilitud	-61.69096	Criterio de Akaike		127.3819
Criterio de Schwarz	129.9736	Crit. de Hannan-Quinn		128.1526
rho	-0.141588	Durbin-Watson		2.191876

Elaboracion: propia, Gretl.

Modelo 4: MCO, usando las observaciones 1992-2018 (T = 27)

Variable dependiente: l_usq1

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
const	-14.0732	10.6267	-1.324	0.1974
l_K	0.432356	1.02683	0.4211	0.6773
Media de la vble. dep.	-9.603258	D.T. de la vble. dep.		2.439801
Suma de cuad. residuos	153.6785	D.T. de la regresión		2.479343
R-cuadrado	0.007042	R-cuadrado corregido		-0.032677
F(1, 25)	0.177290	Valor p (de F)		0.677311
Log-verosimilitud	-61.78819	Criterio de Akaike		127.5764
Criterio de Schwarz	130.1681	Crit. de Hannan-Quinn		128.3470
rho	-0.144973	Durbin-Watson		2.205722

Elaboracion: propia, Gretl.

Test: Breusch-Pagan-Godfrey

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	3.297689	Prob. F(2,24)	0.0543
Obs*R-squared	5.820331	Prob. Chi-Square(2)	0.0545
Scaled explained SS	4.666308	Prob. Chi-Square(2)	0.0970

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 09/02/19 Time: 15:19

Sample: 1992 2018

Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.027046	0.012136	-2.228506	0.0355
LOG(K)	-0.000623	0.002673	-0.233199	0.8176
LOG(L)	0.004683	0.003561	1.315110	0.2009
R-squared	0.215568	Mean dependent var		0.002083
Adjusted R-squared	0.150198	S.D. dependent var		0.003024
S.E. of regression	0.002788	Akaike info criterion		-8.822792
Sum squared resid	0.000187	Schwarz criterion		-8.678810
Log likelihood	122.1077	Hannan-Quinn criter.		-8.779979
F-statistic	3.297689	Durbin-Watson stat		1.681881
Prob(F-statistic)	0.054283			

Test: Harvey

Heteroskedasticity Test: Harvey

F-statistic	9.037527	Prob. F(2,24)	0.0012
Obs*R-squared	11.59895	Prob. Chi-Square(2)	0.0030
Scaled explained SS	8.271442	Prob. Chi-Square(2)	0.0160

Test Equation:

Dependent Variable: LRESID2

Method: Least Squares

Date: 09/02/19 Time: 15:23

Sample: 1992 2018

Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-34.76230	6.542355	-5.313423	0.0000
LOG(K)	0.601162	1.440756	0.417255	0.6802
LOG(L)	2.785956	1.919565	1.451348	0.1596

R-squared	0.429591	Mean dependent var	-7.384372
Adjusted R-squared	0.382057	S.D. dependent var	1.911663
S.E. of regression	1.502746	Akaike info criterion	3.756905
Sum squared resid	54.19792	Schwarz criterion	3.900887
Log likelihood	-47.71822	Hannan-Quinn criter.	3.799718
F-statistic	9.037527	Durbin-Watson stat	1.691186
Prob(F-statistic)	0.001186		

Prueba de glejser

Heteroskedasticity Test: Glejser

F-statistic	6.690415	Prob. F(2,24)	0.0049
Obs*R-squared	9.664911	Prob. Chi-Square(2)	0.0080
Scaled explained SS	9.113054	Prob. Chi-Square(2)	0.0105

Test Equation:
 Dependent Variable: ARESID
 Method: Least Squares
 Date: 09/02/19 Time: 15:25
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.324968	0.104845	-3.099509	0.0049
LOG(K)	-0.006196	0.023089	-0.268343	0.7907
LOG(L)	0.055923	0.030762	1.817913	0.0816

R-squared	0.357960	Mean dependent var	0.035779
Adjusted R-squared	0.304456	S.D. dependent var	0.028876
S.E. of regression	0.024082	Akaike info criterion	-4.510232
Sum squared resid	0.013919	Schwarz criterion	-4.366250
Log likelihood	63.88813	Hannan-Quinn criter.	-4.467418
F-statistic	6.690415	Durbin-Watson stat	1.578345
Prob(F-statistic)	0.004906		

Prueba de white

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	3.299153	Prob. F(2,24)	0.0542
Obs*R-squared	5.822358	Prob. Chi-Square(2)	0.0544
Scaled explained SS	4.667933	Prob. Chi-Square(2)	0.0969

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 09/02/19 Time: 15:26

Sample: 1992 2018

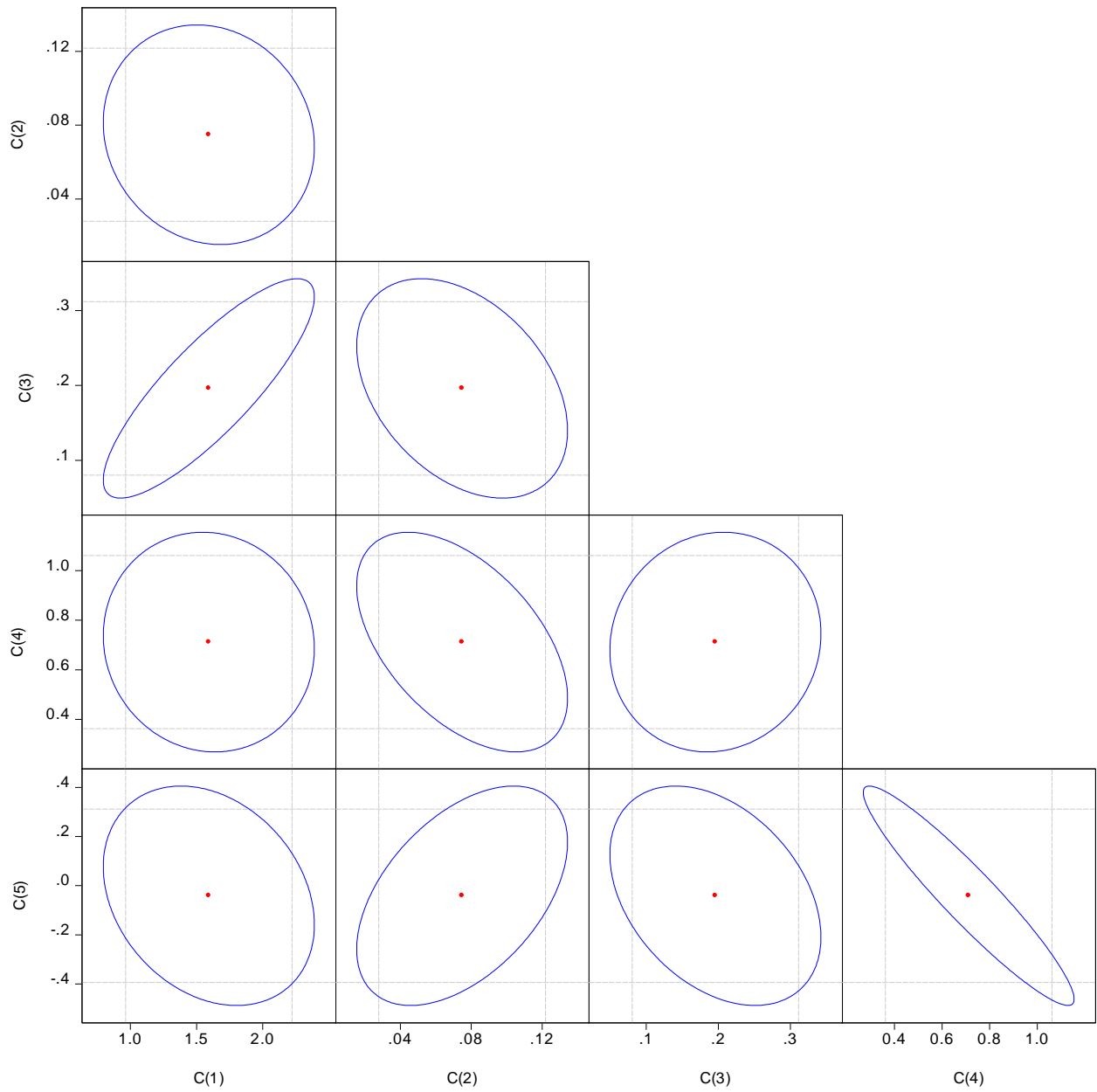
Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.012517	0.006179	-2.025757	0.0540
LOG(K)^2	-3.02E-05	0.000132	-0.228904	0.8209
LOG(L)^2	0.000309	0.000236	1.308499	0.2031
R-squared	0.215643	Mean dependent var		0.002083
Adjusted R-squared	0.150280	S.D. dependent var		0.003024
S.E. of regression	0.002788	Akaike info criterion		-8.822888
Sum squared resid	0.000186	Schwarz criterion		-8.678906
Log likelihood	122.1090	Hannan-Quinn criter.		-8.780074
F-statistic	3.299153	Durbin-Watson stat		1.686012
Prob(F-statistic)	0.054221			

Anexo No 4. Evaluación del modelo

Prueba de hipótesis

Método de grafico (puntual)



Coefficient Confidence Intervals
 Date: 08/15/19 Time: 15:51
 Sample: 1992 2018
 Included observations: 25

Variable	t	Coefficient	90% CI		95% CI		99% CI	
			Low	High	Low	High	Low	High
C	1.592836	1.072969	2.112704	0.964081	2.221591	0.735189	2.450484	
LOG(K)	0.074826	0.035971	0.113682	0.027833	0.121820	0.010726	0.138927	
LOG(L)	0.196088	0.100564	0.291612	0.080556	0.311620	0.038498	0.353678	
LOG(Q(-1))	0.711685	0.422731	1.000639	0.362209	1.061161	0.234985	1.188385	
LOG(Q(-2))	-0.041073	-0.332520	0.250375	-0.393564	0.311419	-0.521885	0.439740	