

CONSUMO DE ENERGIA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO NICARAGUA

Oliver David Morales Rivas
Egresado Carrera de Economía
UNAN-MANAGUA-RUCFA
Oliversavir19@yahoo.es

.....
Fecha recepción: noviembre 12 del 2013
Fecha aceptación: diciembre 10 del 2013

Palabra Claves: Consumo de Energía, Producto Interno Bruto (PIB), Modelo de Vectores de Corrección de Errores (VECM), Casualidad Granger

Keywords: Energy Consumption, Gross Domestic Product (GDP), Vector Error Correction Model (VECM), Granger casualty



Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas
<http://revistacienciaseconomicas.unan.edu.ni>
revistacienciaseconomicas@gmail.com
revistarucfa@unan.edu.ni

Resumen

En este artículo se presenta una evaluación empírica de la relación del consumo de energía y el producto interno bruto de Nicaragua, para el periodo 1961 a 2012. Los resultados muestran que existe una relación a largo plazo entre dichas variables. Para esto se utilizó un modelo de vectores de corrección de

errores (VECM, por sus siglas en ingles), se estima las elasticidades de corto y largo plazo para analizar la dinámica de ajustes. A través de la prueba de causalidad Granger se determinó que existe una relación unidireccional del PIB al consumo de energía (en adelante CE). Se concluye que en Nicaragua, no se evidencia una relación a corto plazo, en dichas variables, por tanto, los formuladores de políticas económicas pueden implementar estrategias de conservación de energía

Abstract

This paper presents empirical evidence on the relationship between energy consumption and Gross Domestic Product (GDP), in Nicaragua during the period from 1961 to 2012. The results show that the series are not stationary, i.e. are individual $I(1)$; in addition we find a long

term relationship between both variables. Through Vector Error Correction Model (VECM) we estimate short and long term elasticity to analyze the dynamics of adjustment. The results show that in the short term the conservation hypothesis holds, through the Granger casualty test it was determined a unidirectional existing relational existing relation of the PIV with the energy consumption. In the long-term, however, we find evidence of a feedback mechanism between both variables. Yet, this paper provides evidence that policymakers can implement policies aimed at energy conservation without affecting economic growth.

Introducción

Con la crisis del petróleo inició un periodo de inestabilidad que motivo a muchos investigadores a estudiar distintas relaciones entre las principales variables macroeconómicas que determinan el comportamiento de las economías. Una de estas relaciones es la existencia entre el CE y PIB, ya que esta representa un elemento esencial para definir la estrategia para un desarrollo económico sustentable. Sin embargo, en economías pequeñas como la nicaragüense, no se han realizados estudios sobre esta relación y los efectos que generan entre estas variables.

Este artículo examina la relación de consumo de energía y PIB desde un modelo de corrección de errores, utilizando la metodología de cointegración de Johansen (1988), contribuyendo a la escasa literatura sobre energía y su impacto sobre la producción en Nicaragua. El objetivo específico de este trabajo es proporcionar evidencia empírica de la relación o no de una relación fuerte (en el corto y largo plazo) entre el consumo de energía y el PIB en Nicaragua.

Como presenta Ozturk (2010), la relación entre CE y el PIB puede dividirse en cuatro hipótesis, las cuales recogen el resultado de la direcciones de causalidad entre el consumo de energía y PIB. La primera hipótesis es la de neutralidad, y ésta se refiere a la no existencia de relación de energía y PIB, en ninguna dirección. Cuando existe la relación sólo en una dirección, del PIB al CE, se dice que se cumple la segunda hipótesis llamada la hipótesis de conservación de la energía; esta hipótesis sostiene que el implementar políticas que promuevan la conservación de la energía tendrá un efecto casi nulo sobre el crecimiento económico.

La tercera hipótesis es conocida como la hipótesis del Crecimiento Económico, y sostiene que existe causalidad en la dirección consumo de energía a PIB; es decir, que políticas que se implementen en pro de la conservación de la energía afectará al PIB y, por ende, a su crecimiento. La cuarta y última hipótesis es una

retroalimentación entre las series, es decir, una causalidad bidireccional, del PIB al CE y viceversa.

Según la literatura internacional el estudio pionero en esta materia fue el realizado por Kraft y Kraft (1978), que encontró causalidad unidireccional del PIB al CE en Estados Unidos para el periodo 1947-1974, desde entonces muchos autores han estudiado este tópico, encontrando diversos resultados para distintos países y regiones.

Materiales y métodos

Para la realización de este artículo se hizo uso de datos anuales de 1961 a 2012 sobre consumo de energía, PIB de Nicaragua, publicados en la base de datos del Banco Central de Nicaragua. La variable CE se presenta en la unidad de medida Kilowatts/hora (Kwh) y el PIB en millones de córdobas constantes a precio de 2006, ambas series se presenta en logaritmo natural.

La metodología utilizada es un modelo econométrico de análisis de series de tiempo multivariante, llamado vectores de corrección de errores (VECM), utilizando el enfoque de cointegración propuesto por Johansen y Juselius (1990).

Inicialmente se puede plantear a partir de un modelo de vectores autoregresivos VAR propuesto por Sims, C (1980), como alternativa a los modelos tradicionales de ecuaciones simultáneas de la Comisión Cowles, estadísticamente adecuado como sigue:

$$(1) \quad y_t = \phi + \Pi_1 y_{t-1} + \Pi_2 y_{t-2} \dots + \Pi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde y_t es un vector de $nx1$ de $I(1)$ variables, $\Pi_1=1, \dots, K$, son matrices de nxn de parámetros desconocidos, ϕ es un vector de $nx1$ de componentes determinísticos, ε_t es un vector de $nx1$ de perturbaciones aleatorias. A partir de este modelo VAR se

puede especificar un vector de corrección de errores (VECM) al reparametrizarlo como sigue:

$$(2) \quad \Delta y_t = -\Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-1} + \Phi + \varepsilon_t$$

El rango de la matriz Π muestra las propiedades de equilibrio del modelo (2). Donde los elementos del vector y_t son $I(1)$ y cointegrados con rango $r(\Pi) = r$, de manera que puede descomponerse la matriz Π en dos matrices de dimensión $n \times r$: α y β donde $\Pi = \alpha\beta'$, en este caso, los coeficientes del vector β representa los términos de la relación de largo plazo y la matriz α representa la velocidad de ajuste del término de corrección de error.

Para la aplicación un modelo de vectores de corrección de errores (VECM), a las series PIB y CE, se requiere que estas variables tengan el mismo orden de integración. En esta investigación, se considero deseable que las series que ingresen en el vector de corrección de errores tuviesen un orden de integración de uno, $I(1)$, es decir, que requiere de una diferencia regular para volverse estacionarias. Las series probadas se encuentran en logaritmos naturales.

La primera prueba realizada sobre las series fue la de raíces unitarias. La principal prueba de raíces unitarias utilizada fue la Dickey Fuller Aumentada (DFA), y después se empleó la prueba de Phillips-Perron (PP). Tanto con la prueba de DFA como con la de PP se comprobó que las series son integradas de orden uno, esto es, requieren una diferencia regular para ser estacionarias.

Una vez que se determinó que la series tienen raíz unitaria (son integradas de orden uno), de acuerdo a Granger y Newbold (1974), el paso a seguir es probar cointegración entre las series, con el fin de evitar regresiones espurias. Para ello se empleó la metodología de cointegración de Johansen (1988), y se probó la

existencia de una relación de largo plazo entre las variables. El paso a seguir es estimar el modelo VAR (p) para determinar el número de rezagos del mismo con base en los criterios de información¹, y así determinar el rezago óptimo del VECM (p-1).

Johansen (1991) deriva estadísticos de prueba para determinar el número de vectores de cointegración. Los estadísticos que proporciona Johansen son los siguientes:

$$\text{Estadístico de traza (3) } (r_0 / k) = -T \sum_{i=r_0+1} \ln(1 - \lambda_i)$$

Donde λ_i son los eigenvalues estimados, los cuales se ordenan como $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots \lambda_n$. r_0 se encuentran en el rango $[0, n - 1]$.

$$\text{El estadístico del máximo eigenvalues (4) } \lambda_{\max}(n - 1) = -T(1 - \lambda_n)$$

Estas pruebas son las utilizadas para determinar la cointegración, una vez se determina que existe cointegración en las variables, entonces se procede a identificar los coeficientes de cointegración, expresados en la ecuación (1).

Adicionalmente en este artículo, se emplea la prueba de la causalidad de Granger, aplicado por Castillo & Llamas (2000), la cual hace referencia a que el valor actual de Y_t puede ser explicado de una mejor manera incluyendo los valores rezagados de Z_t ; se dice que Y_t es causado en el sentido de Granger por Z_t si los valores

¹ Entre los criterios de información se encuentran el criterio de Akaike (AIC), el criterio de información bayesiano de Schwartz (BIC) y el criterio de información de Hannan-Quinn (HQIC). Seleccionamos entonces como modelo "óptimo", al modelo que minimiza estos criterios de información, sin embargo, hay que advertir que la literatura econométrica ha definido de diferentes maneras las fórmulas que se emplean para calcular estos criterios por lo que algunos autores consideran como modelo "óptimo", al modelo que maximiza tales criterios. En este trabajo usaremos el primer enfoque

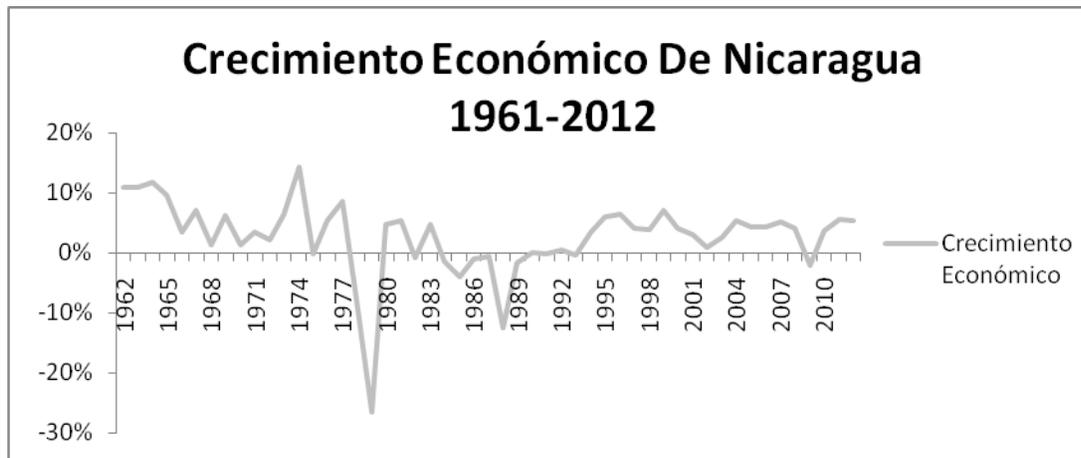
rezagados de Z_t mejoran la predicción de Y_t , que es lo mismo que si los coeficientes de los Z_t rezagados son estadísticamente significativos.

Resultados y Análisis

En los años 60 la economía de Nicaragua se presentan los niveles de crecimiento económico más altos en su historia, con un promedio para esta década de 7.6 %, esto se aprecia en el gráfico # 1, para los años 70 se presentaron niveles inferiores de crecimientos a los observados en la década anterior, esto debido principalmente a eventos internos (terremoto de 1972 y la revolución sandinista del 1979) y externos (la Guerra Árabe contra Israel en 1973, y luego en 1974 el embargo de la OPEP por la defensa del territorio de Palestina).

Para los años 1981 y 1982 se observaron crecimientos positivos, sin embargo para el resto de los años de esta década, los niveles de crecimiento económico son negativos, el nivel más bajo de crecimiento económico se presentó en 1988 con un valor de decrecimiento de 12.45%. A diferencia de la década anterior, en los primeros años de la década de los 90 se presentan niveles marginales crecimiento en la actividad económica, para este periodo el promedio fue de 3%, un nivel significativo en relación a la década de 80. Para el periodo de 2000-2012 el crecimiento promedio fue de 4.7%, sin embargo en ninguna década se presenta los niveles de crecimientos experimentados a la década de los 60.

Gráfico N0. 1



Fuente: Elaboración propia, con datos del BCN.

En la Gráfica #2, se presenta los valores de crecimiento del consumo de energía en Nicaragua, en este se aprecia que los niveles crecimientos del CE en los años 60 son mayores al 15%, pero en la década de los 70 se observan niveles de crecimiento de CE inferiores a los observados en anterior década, para los años 80 se muestran la valores inferiores a la dos décadas anteriores; en estos años se presentan valores negativos de crecimientos de CE.

Para los años 90 se observan valores de CE ligeramente mayores a los años 80, sin embargo en 1994 se muestra un valor negativo de crecimiento. Finalmente para los años 2000-2012 se muestran valores de crecimientos positivos y con tendencia a aumentar, sin embargo en el 2007 se observan un marginal descenso, debido principalmente a los apagones sufridos en 2006.

Gráfico No. 2



Fuente: Elaboración propia, con datos del BCN.

Análisis de Raíces Unitarias

Se aplicaron la metodología de raíces unitarias propuesta por Dickey, D. & Fuller,(1979) y Phillips-Perron(1989) para analizar el orden de integración (*I*) en las series PIB y CE. Los resultados de las pruebas de raíces unitarias reportan, que las variables PIB y CE (L significa series en logaritmo), son integradas de orden uno en niveles y estacionarias en diferencias.

Tabla No. 1

Variable	Ho: Tiene Raiz Unitaria				Ho: Tiene Raiz Unitaria			
	Prueba-ADF	VC 5%	VC 10%	Resultado	Prueba-PP	VC 5%	VC 10%	Resultado
LPIB	-0.8307	-3.5004	-3.1796	No Rechazo Ho	-0.8346	-3.5004	-3.1796	No Rechazo Ho
LCE	-2.2122	-3.5004	-3.1796	No Rechazo Ho	-3.2411	-3.5004	-3.1796	No Rechazo Ho
Δ LPIB	-6.710492	-3.502373	-3.1807	Rechazo Ho	-6.703321	-3.50237	-3.180699	Rechazo Ho
Δ LCE	-5.85119	-3.502373	-3.1807	Rechazo Ho	-5.938739	-3.50237	-3.180699	Rechazo Ho

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla No. 2 presenta los resultados de la prueba de causalidad de Granger entre las variables PIB y CE. En ésta se puede ver que para la segunda hipótesis se

acepta la hipótesis nula de que el CE no causa al PIB, ya que la probabilidad es mayor al 5%, sin embargo en la hipótesis de que el PIB no causa a CE, se rechaza la hipótesis nula.

Con los resultados mencionados anteriormente, demuestran que en Nicaragua se presenta una relación unidireccional del PIB a CE, probándose la segunda hipótesis propuesta por Ozturk (2010), llamada la hipótesis de conservación energética, es decir, que en Nicaragua se pueden implementar estrategias de conservación energética, ya que no tendrá un efecto negativo en el crecimiento económico. Resultados similares encontró Kraft *et al* (1978) para la economía Estado Unidense al igual que Al-Iriani (2006) en un estudio realizado para los seis países que conforman el Consejo de Cooperación del Golfo (Kuwait, Oman, Arabia Saudi, Bahrain, Emiratos Árabes Unidos y Qatar).

Tabla No. 2

Prueba de Causalidad De Granger. Hipótesis Nula		
La Variable 1 no causa a la variables 2		
La Variable 2 no causa a la variables 1		
Par de Variables	Estadístico F	Probabilidad
PIB-CE	6.07167	0.01737
CE- PIB	0.07157	0.79022

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de Cointegración

Se aplicó la prueba de cointegración Johansen, los resultados del estadístico Traza y Máximo Valor Propio (Véase tabla 3), demuestran que se acepta para ambas pruebas, la hipótesis nula de existencia de un vector de cointegración, ya que los estadístico calculados son mayores que los valores críticos al 5%. Por lo tanto se

comprueba que existe una relación de largo plazo entre el PIB y el CE para la economía nicaragüense.

Tabla No. 3

Resultados de la Prueba de Cointegración de Johansen

Prueba Traza

Numero de vectores de Cointegración	Valor Propio	Estadístico traza	VC al 5%	Probabilidad
$r = 0$	0.464332	33.21884	20.26184	0.0005
$r < 1$	0.039341	2.006799	9.164546	0.7764

Prueba Máximo Valor Propio

Numero de vectores de Cointegración	Valor Propio	Estadístico Máximo Valor Propio	VC al 5%	Probabilidad
$r = 0$	0.464332	31.21204	15.8921	0.0001
$r < 1$	0.039341	2.006799	9.164546	0.7764

Fuente: Elaboración Propio

Con base en el resultado obtenido con la prueba de cointegración de Johansen se deriva el modelo de corrección de errores (VECM) de esta metodología. En este el modelo se incluyeron, dos variables dummy de intervención que recogen los efectos de los quiebres estructurales en las variables. El modelo cumple los supuesto clásicos, no presentan auto correlación serial, ni heterocedasticidad y los errores se distribuyen normalmente (véase anexos NO. 2).

La ecuación corregida de largo plazo de las variables LPIB y LCE es la siguiente:

$$LPIB = -14.9906 + 1.7413 * LCE \quad (5)$$

[-5.3012] [8.6049]

Dado que se trabaja con los logaritmos de las series, los estimadores de parámetros representan elasticidades de largo plazo. Por tanto un CE incremento 1% el PIB aumentara 1.74% en el largo plazo. Existe también un coeficiente constante que representa variables relevantes no incluidas en el modelo. Los [] contienen los valores "t" "ambos son significativos.

Los resultados de la dinámica de ajuste de corto plazo (véase anexos # 1), arrojan que el CE no tiene efecto en corto plazo sobre el PIB, ya que los coeficientes de velocidad de ajuste tienen valores bajos(es decir, que el ajuste es muy lento) estos parámetros de ajuste a desequilibrio son los siguientes el del ($\Delta LPIB$) es de 2.44% y el (ΔLCE) es de 5.66%, esto implica un ajuste más rápido en el modelo de corrección del error del consumo de energía.

Conclusiones

Este artículo analizó la relación de corto y largo plazo del PIB y el consumo de energía en Nicaragua en el periodo 1961-2012, utilizando un modelo de vectores de corrección de errores con datos anuales, los resultado arrojan las variables son integradas de orden uno $I(1)$ y estacionarias en diferencia, se encontró que existe cointegración es las series (relación de largo plazo).

El resultado de la prueba de causalidad de Granger sugiere que existe relación causal de largo plazo unidireccional del PIB al consumo de energía, lo cual a la luz de las hipótesis formuladas por Ozturk (2010), este resultado se ubica en la llamada hipótesis de conservación de la energía. Finalmente se tiene evidencia que en el

corto plazo en PIB y el consumo de energía no existe relación, sin embargo existe una relación de largo plazo positiva.

Referencias Bibliográficas

Al-Iriani, M.A. (2006) *Energy GDP relationship revisited an example from panel causality*. Energy Policy, vol.34: 3342-3350

Castillo,R y Llamas,R. (2000), *Fundamentos de Series de Tiempo*. Universidad de Barcelona

Granger,C. y Newbold,P. (1974). *Spurious Regressions in Econometrics*, Journal of Econometrics, vol 2:111-120

Johansen,S. (1988). *Statistical Analysis of cointegration vectors*. Journal of Economic Dynamics and Control, vol.12

Johansen, S. (1991) *Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models*. *Econometría*, vol. 59(6): 1551- 80,

Johansen, S. y Juselius, K. (1990) *Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration-With Applications to the Demand for Money*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol.52 (2): 169-210

Kraft, J. y Kraft, A.(1978). *On the relationship between energy and GDP* .*Journal of Energy and Developmet*,vol.2 .

Sims,C. (1980) .*Macroeconomics and Reality* .*Econometrica*, vol ,48,1-48).

Castro, M. Rodríguez,G. (1989).*Sobre la metodología de la investigación económica*. Habana, Cuba.

Eviews.5.1, (2008). *Manual del usuario del sistema básico*, Madrid, España.

Gretl, 1.9.11.(2010).*Guía del Usuario*, Universidad de Países Vascos.

Gujarati, D. (2005) *Econometría*, cuarta edición McGraw-Hill

Anexo No. 1

a) Modelo del Vector de corrección de errores.

Vector Error Correction Estimates
 Date: 10/10/13 Time: 15:26
 Sample (adjusted): 1963 2012
 Included observations: 50 after adjustments
 Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1	
LPIB(-1)	1.000000	
LCE(-1)	-1.741372	
	(0.20237)	
	[-8.60499]	
C	14.99062	
	(2.82777)	
	[5.30121]	
Error Correction:	D(LPIB)	D(LCE)
CointEq1	0.024401	0.056662
	(0.00590)	(0.00666)
	[4.13656]	[8.50483]
D(LPIB(-1))	0.026974	-0.007137
	(0.03305)	(0.03732)
	[0.81622]	[-0.19121]
D(LCE(-1))	-0.123748	-0.173628
	(0.09997)	(0.11291)
	[-1.23788]	[-1.53782]
DUMMY1	1.324999	0.041739
	(0.04453)	(0.05030)
	[29.7521]	[0.82982]
DUMMY2	-0.337861	-0.272463
	(0.04516)	(0.05100)
	[-7.48166]	[-5.34207]
R-squared	0.952906	0.635300
Adj. R-squared	0.948720	0.602882
Sum sq. resids	0.088672	0.113110
S.E. equation	0.044390	0.050135
F-statistic	227.6338	19.59725
Log likelihood	87.42385	81.33845
Akaike AIC	-3.296954	-3.053538
Schwarz SC	-3.105752	-2.862336
Mean dependent	0.049571	0.063775
S.D. dependent	0.196026	0.079558
Determinant resid covariance (dof adj.)	4.15E-06	
Determinant resid covariance	3.37E-06	
Log likelihood	173.1550	
Akaike information criterion	-6.406202	
Schwarz criterion	-5.909076	

ANEXO No. 2

a) Prueba de Normalidad de los Errores

VEC Residual Normality Tests

Orthogonalization: Residual Correlation (Doornik-Hansen)

H0: residuals are multivariate normal

Date: 10/11/13 Time: 18:07

Sample: 1961 2012

Included observations: 50

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.429155	1.800523	1	0.1796
2	-0.394430	1.533992	1	0.2155
Joint		3.334515	2	0.1888

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.680154	0.455165	1	0.4999
2	3.678564	1.791432	1	0.1808
Joint		2.246597	2	0.3252

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	2.255688	2	0.3237
2	3.325424	2	0.1896
Joint	5.581112	4	0.2327

b) Prueba de Autocorrelacion Serial

VEC Residual Serial Correlation
 LM Tests
 H0: no serial correlation at lag
 order h
 Date: 10/11/13 Time: 18:13
 Sample: 1961 2012
 Included observations: 50

Lags	LM-Stat	Prob
1	6.997099	0.1360
2	3.867579	0.4242
3	8.478552	0.0755
4	2.981214	0.5610
5	9.388113	0.0521
6	3.548136	0.4706
7	4.299357	0.3670
8	2.074366	0.7221
9	2.282862	0.6839
10	9.537814	0.0490
11	6.034514	0.1966
12	4.093206	0.3935

Probs from chi-square with 4 df.

C) Prueba de Heterocedasticidad

VEC Residual Heteroskedasticity Tests: No Cross Terms (only levels and squares)
 Date: 10/11/13 Time: 18:15
 Sample: 1961 2012
 Included observations: 50

Joint test:

Chi-sq	df	Prob.
7.266232	24	0.9996