

Relación entre consumo de electricidad y crecimiento económico de Honduras en el periodo 2005-2020



The relationship between electricity consumption and economic growth in Honduras (2005-2020)

Rodas Castillo, Andrea Yossana; Maldonado Rosales, Jackeline Nicolle; Velásquez Lozano, Nora Marcela

 **Andrea Yossana Rodas Castillo**
andreyossanarodas@gmail.com
Secretaría de Estado en el Despacho de Energía,
Honduras

 **Jackeline Nicolle Maldonado Rosales**
nicollemaldonado17@hotmail.com
Administración Aduanera de Honduras,, Honduras

 **Nora Marcela Velásquez Lozano**
marcelavelasquez2011@hotmail.com
Banco Davivienda, Honduras

Economía y Administración
Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras
ISSN: 2219-6722
Periodicidad: Anual
vol. 13, núm. 1, 2022
manuel.flores@unah.edu.hn

Recepción: 28 Abril 2022
Aprobación: 19 Septiembre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/300/3003673004/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/eya.v13i1.15295>

Share — copy and redistribute the material in any medium or format Adapt — remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Resumen: Durante los últimos años varias economías han experimentado un aumento en comercio internacional, PIB y consumo de energía eléctrica, por lo que han surgido distintos trabajos que investigan el efecto de un aumento de exportaciones en el consumo de electricidad y las implicaciones de éste en el crecimiento económico. Este trabajo utiliza datos anuales para Honduras, 2007-2021, con el fin de examinar la relación de causalidad entre crecimiento económico (PIB), consumo de energía eléctrica y comercio exterior (exportaciones). En cuanto a los resultados se encontró que el consumo de electricidad causa PIB en el sentido de Granger, debido a que los resultados muestran una relación de causalidad bidireccional entre exportaciones y PIB.

Palabras clave: electricidad, consumo, crecimiento económico.

Abstract: Over the past years many economies have experienced large increases in international trade, GDP, and electricity consumption, this has led to plenty of academic research on the effect of increase in exports to electricity consumption and the implications of that on economic growth. This research employs annual data for Honduras from 2007 to 2021 to examine the causal relationship between economic growth (GDP), electricity consumption and international trade (exports). As this study on behalf of the results that have been found about the electricity consumption cause of the GDP from a causal relationship in the Granger, as for the results it shows to the bidirectional causal relationship between exports and GDP.

Keywords: electricity, consumption, economic growth.

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica y sus precios han sido un tema de controversia en la región de Honduras en las últimas décadas, se ha experimentado aumentos, disminuciones en el PIB referente a su directa relación con el consumo de la energía eléctrica, por lo que han surgido preguntas de cómo explicar su correlación con el crecimiento económico. La forma en la que se ha implementado el sector energético durante los últimos años ha despertado el interés esa relación entre los precios de la energía eléctrica y el PIB de Honduras.

Se sabe que el tema del consumo de energía ha sido de interés en muchos países de Latinoamérica en el crecimiento económico ya que en muchos países el comercio, el ingreso y el consumo de energía han tenido un rápido incremento durante los últimos años, el cual han sido estudiado por muchos economistas, cabe resaltar que no todos los países y estudios hechos son 90% similares, ya que, cada país tiene políticas económicas que difieren en la similitud de la dinámica del sector energético en Latinoamérica, no obstante el trabajo de muchos economistas en los últimos treinta años ha sido una gran guía para poder desarrollar un modelo ayude a demostrar si existe causalidad de largo plazo entre el crecimiento económico y las exportaciones respecto al consumo de electricidad en Honduras.

En el desarrollo de este trabajo se presentará evidencia empírica de las distintas relaciones entre variables estudiadas: el consumo eléctrico, crecimiento económico y las exportaciones. De esta manera la relación de las teorías económicas con la producción y precios de la energía puedan ayudar a determinar si el consumo de energía eléctrica y el producto interno bruto se mueven juntos en el tiempo a través de un análisis de cointegración.

En la presente investigación se utiliza econometría de series de tiempo para determinar si hay una relación causal entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico de Honduras en el periodo 2007-2021. Se eligió este periodo principalmente por la disponibilidad de los datos. Los resultados indican una relación de causalidad de largo plazo de las variables PIB y exportaciones hacia el consumo de energía, lo cual nos indica que el crecimiento económico y las exportaciones a un mayor consumo de electricidad.

A lo largo de este documento se presenta el marco conceptual, antecedentes y las perspectivas teóricas de las distintas relaciones entre variables estudiadas en este trabajo: consumo de energía y crecimiento económico, exportaciones y consumo de energía. Más adelante se plantea la metodología que se utilizó con las distintas pruebas que se llevaron a cabo para llegar a los resultados y conclusiones.

MARCO CONCEPTUAL

El consumo es la acción por la cual los diversos bienes y servicios son usados o aplicados a los fines a que están destinados, ya sea satisfaciendo las necesidades de los individuos o sirviendo los propósitos de la producción. Según Mejía (2006) en la economía se considera el consumo como el fin esencial de la actividad económica.

La electricidad se define como un conjunto de fenómenos producidos por el movimiento e interacción entre las cargas eléctricas positivas y negativas de los cuerpos físicos, existen energías primarias y secundarias y esta es conformada por cuatro ámbitos: físico, luminoso, mecánico y térmico (Nuclear, 2015).

El crecimiento económico se debe entender como el aumento sostenido del producto en una economía. Usualmente se mide como el aumento del Producto Interno Bruto (PIB) real en un periodo de varios años (Larrain & Sachs, 2004), si existe crecimiento económico comparando las variables a estudiar se ve reflejado en las estadísticas del PIB.

Lorente (2018) describe que la causalidad es un supuesto inherente a toda política o decisión económica, que se defiende y adopta solo porque se espera de ella un determinado efecto. La correlación por otro lado es una medida estadística que expresa hasta qué punto dos variables están relacionadas linealmente.

Muchos autores han citado la definición de Producto Interno Bruto, entre ellos, el autor Paulo Nunes nos dice que el PIB es el valor del output final de todos los bienes y productos y de los servicios en una economía en un periodo de tiempo. Según el economista Jorge Tejera el PIB no es más que la suma de todos los bienes y servicios que produce un país, producidos en empresas nacionales o extranjeras dentro de un país.

La oferta y demanda afectan a la economía de mercado libre más que ningún otro factor. Si la oferta es mayor que la demanda, los precios bajan. Si la oferta es menor que la demanda, los precios bajan. La oferta en específico es la cantidad de bienes y servicios que se ponen a la venta y la demanda es la cantidad de personas que disponen dinero por consumir un bien o servicio.

La producción es producir o crear un bien o un servicio con un valor económico llamado precio, esta es la cantidad de dinero que la sociedad debe asumir a cambio de un bien o servicio (INE, 2014).

Antecedentes

La relación causal entre la electricidad y el crecimiento económico constituye un interesante campo de investigación, cuyos resultados pueden orientar las políticas energéticas y de fomento del crecimiento. La vinculación entre electricidad y crecimiento ha sido ampliamente estudiada desde las crisis del petróleo de la década de 1970 y en especial, en las últimas décadas. Sin embargo, la presencia de correlación no implica necesariamente la existencia de una relación de causalidad entre electricidad y crecimiento. (Villarroya & Sanaú, 2015)

El sector de energía eléctrica juega un rol crucial en el desarrollo económico del país, por tanto, es de debida importancia medir con precisión el impacto agregado de los cambios de los precios de este sector energético sobre la economía. La producción económica, el comercio y el consumo de energía tienden a moverse juntos a través del tiempo, así como en los países de todo el mundo continúan creciendo y desarrollándose hay un interés en aprender más acerca de la relación dinámica entre estas variables. (Castro Loaiza & Gómez Aguirre, 2018)

El papel del consumo de energía eléctrica plantea cuestiones importantes para un economista, se desea entender los efectos de los precios de la energía, cuáles son las consecuencias del incremento y disminución de estos. El World Economic Outlook en 2008 informó que mientras el consumo de energía por unidad de PIB disminuyó en un 40% en los países avanzados, los países emergentes y en desarrollo, en especial son generalmente mucho más intensivos en energía. (Outlook, 2008).

Muchos autores se han puesto de objetivo identificar la relación a largo plazo entre la energía y el PIB de distintos países mediante el modelo de datos de panel, lo cual está bien y se puede ver una hermosa estimación, sin embargo, muchos han trabajado con una sola variable.

Hay en la actualidad muchos estudios que se centran en la relación de estas variables, el consumo de energía y de producción. Estas variables tienden a aumentar a través del tiempo, se obtiene una mejor comprensión de ellas relacionándolas. Algunos de los estudios hay demostrado que existe una fuerte correlación entre el uso de la electricidad y el nivel de desarrollo económico y crecimiento (Ferguson, Wilkinson, & Hill, 2000).

Muchos autores han demostrado que existe una innegable relación entre el crecimiento del PIB y el consumo de electricidad, donde la producción se explica no solo por factores tradicionales como el capital y el trabajo, el uso de los insumos energéticos cobra un papel cada vez más importante para entender la producción nacional (Villa N. Z., 2016).

Perspectiva Teórica

Crecimiento Económico y Producción de Electricidad

En la literatura se pueden identificar varias investigaciones empíricas referentes al tema de precios de la energía y su relación con el crecimiento económico o con el consumo de energía, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. Toman & Jenelkova (2003) sostiene que la mayor parte de la literatura sobre la energía y el desarrollo económico discute cómo el desarrollo afecta el uso de energía, y no al revés. Esta rama de la literatura considera el crecimiento económico como el principal motor de la demanda de energía, y que únicamente las economías avanzadas, con un alto grado de capacidad de innovación, pueden disminuir el consumo de energía sin reducir el crecimiento económico. (Bolívar, 2017)

El estudio por Kraft & Kraft (1978) que determinó la relación causalidad existente entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico se encontró evidencia de causalidad unidireccional del crecimiento económico al consumo de energía. En un periodo de 1947-1974 se han desarrollado estudios con variedad de resultados creando diversas posiciones y debates en torno a preguntas como: ¿Qué implicación tiene esta relación?, ¿Puede esta relación servir para la toma de decisiones de política energética en un país? A pesar de la cantidad de estudios desarrollados para diferentes países, en donde se han utilizado diferentes metodologías y condiciones de estudio, aún no se ha podido determinar concretamente la existencia y la dirección de la relación de causalidad entre el consumo de energía eléctrica y crecimiento económico de un país. (Vargas A. P., 2014)

La relación de causalidad entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico ha sido estudiada por diferentes autores en varias regiones y países del mundo, Kraft & Kraft (1978) prueban empíricamente la relación causal entre la energía y el producto nacional bruto; ellos encuentran que existe una relación constante e invariable entre el consumo de energía bruta y el producto nacional bruto, tanto de energía a producto como a la inversa. (Villa N. R., 2016)

Por otro lado, Bartleet & Gounder (2010) indaga acerca de la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico en Nueva Zelanda, un diferencial en su investigación fue el incluir los precios de la energía como variable adicional y el uso de un modelo ARDL para el desarrollo del estudio, en donde a través de la aplicación de la prueba de Bound se encontró una relación de cointegración entre ambas variables. (Vargas J. D., 2020)

Los autores Wolde-Rufael (2006) consideran que la importancia de la electricidad y otras fuentes de energía modernas son requisitos necesarios para el desarrollo económico y social. Estos estudios plantean que, para determinar la relación entre la energía eléctrica y el crecimiento económico de un país, parte principalmente del rol que la electricidad tiene y está tomando en la vida de la humanidad. La experiencia en los países desarrollados muestra que el sector eléctrico tiene un papel crucial en el desarrollo económico, no sólo como un insumo clave en el desarrollo industrial, sino también en mejorar la calidad de vida de la población (Rosenberg, 1998). Además, el aumento en el consumo de electricidad ha sido identificado como una fuente importante de la productividad y mejora en los países desarrollados. (Vargas A. P., 2014)

En esta misma línea, Mahadevan & Asafu-Adjaye (2007) tenían como propósito analizar la relación entre consumo de energía y PIB, en donde a diferencia de los autores anteriores ellos usaron un modelo de datos panel VECM, incluyendo en su estudio un total de 20 países, siendo su principal diferencial el incluir como variable adicional los precios de la energía y el incluir tanto países desarrollados como países en desarrollo, evidenciando en sus resultados que la relación entre consumo de energía y PIB era más clara en los países de ingresos altos. (Vargas A. P., 2014)

Según Gómez (2015) quien estudia la relación causal entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico de México durante el periodo de 1971- 2011 menciona que aplican pruebas de raíz unitaria y causalidad. Los resultados muestran que el consumo de energía y el crecimiento económico son estacionarios y también, que hay una relación de causalidad que va desde el crecimiento económico hacia el consumo de electricidad. Por lo tanto, cualquier política de conservación de la energía tendría poco o ningún impacto en absoluto sobre el crecimiento económico en México. (Bolívar, 2017)

En México se han realizado pocos estudios que indaguen específicamente sobre la relación electricidad y crecimiento económico. Caballero Güendolain & Galindo Paliza (2007) realizaron un análisis con un modelo de vectores autorregresivos y pruebas de cointegración con el objetivo de identificar la relación entre la demanda de energía, la producción y el nivel de precios general. Sus resultados indican que la demanda de energía responde positivamente al ingreso y negativamente a los precios relativos, que el producto responde negativamente al aumento en los precios de la energía posiblemente por el aumento en los costos, y que los precios responden positivamente al aumento en los precios de la energía. Más aún, también encontraron que

los precios no pueden ser utilizados como una política económica que pueda disminuir el nivel de consumo energético debido a la fuerte asociación entre éste último y el producto (Villa N. R., 2016).

Los autores Marroquin & Rios (2016) investigaron la relación causal de corto y largo plazo entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico en Jordania entre 1976 y 2013, utilizando un modelo de rezagos distribuidos autorregresivos. Los resultados del modelo indican causalidad bidireccional entre las dos variables (Bolívar, 2017).

Los autores Caballero Güendolain & Galindo Paliza (2007) realizaron una recopilación de trabajos relacionados a la economía de la energía con el objetivo de comparar los resultados y determinar el patrón de la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico. En la mayoría de los trabajos se encuentra una relación causal entre el consumo de energía y el crecimiento económico. Una característica de los resultados que indican una relación neutra entre las variables es que, en su mayoría, el sujeto de estudio es un país desarrollado. Por otro lado, en la mayoría de los estudios, la causalidad va del consumo de energía hacia el crecimiento del PIB.

En sincronía con estos resultados, en la economía de la energía comúnmente se manejan cuatro hipótesis sobre las consecuencias que esta relación identifica.

Las hipótesis de causalidad representan una síntesis de los resultados empíricos de la literatura de la economía de la energía. Estas hipótesis no sólo se refieren al sentido de la causalidad, sino que vinculan el efecto de las políticas económicas como medidas que impactan en el crecimiento económico o en la demanda de energía. (Omri, 2014)

La hipótesis de retroalimentación simboliza una causalidad bidireccional entre el consumo de energía y el crecimiento económico. Esta hipótesis implica que ambas variables se comportan de manera similar en el tiempo y que pueden considerarse complementos la una de la otra.

La hipótesis de crecimiento se refiere al escenario de una causalidad unidireccional entre el consumo de energía hacia el crecimiento económico, siendo el primero la causa del segundo. La consecuencia de este tipo de relación sugiere que la energía es una variable importante para alcanzar el crecimiento económico. El consumo de energía afecta los otros insumos productivos al participar como un complemento de la función de producción, por lo que cualquier shock en la oferta de energía o en el precio tendrá un efecto negativo en el crecimiento del producto.

La hipótesis de conservación se basa en la idea de que existe una causalidad unidireccional del crecimiento económico hacia el consumo de energía. En este caso, el crecimiento económico ocasiona un aumento en el consumo de energía.

La hipótesis de neutralidad sugiere que no existe una causalidad entre ambas variables. Aunque la energía sea un componente de la función de producción, su aportación al crecimiento económico es no significativa. Tanto las políticas conservativas como expansivas en el consumo de energía tendrán un efecto nulo en materia de crecimiento económico.

El precio de la energía y su relación causal

Cheng (1999) estudió la relación causal entre ambas variables utilizando un análisis de cointegración y un modelo de corrección de error para el caso de India. El autor utilizó un modelo multivariado para reducir la probabilidad de obtener una causalidad sesgada entre las variables, de tal manera que su función de producción utiliza no solo el consumo de energía y el producto, sino también al capital y el trabajo. El estudio encuentra una cointegración entre las cuatro variables siguiendo un equilibrio de largo plazo en India, y una causalidad que corre del crecimiento económico al consumo de energía. (Villa N. R., 2016)

Gardner (1996) enfocó su estudio utilizando un modelo de corrección de error en Estados Unidos. A diferencia de otros estudios, este autor incluyó directamente el efecto de los precios de la energía en el consumo de energía y en el producto. También, se encontró que shocks en los precios tienen un efecto

desacelerador en el crecimiento económico, mientras que una disminución del precio de la energía no tiene ningún impacto en la producción agregada. (Vargas J. D., 2020)

Squalli (2007) utilizó el precio de la energía como una opción para identificar la relación entre la energía y el crecimiento. La metodología del autor consistió en utilizar un modelo de vectores auto regresivos, un modelo de corrección de error, y un modelo auto regresivo de rezagos distribuidos para analizar Pakistán en el período 1971-2003. A diferencia de otros trabajos, en esta investigación se utilizaron distintas formas de energía de forma que la relación pudiera diferenciarse de acuerdo con el impacto de la electricidad, del gas natural y del petróleo.

Nuevamente, la conclusión recalca la importancia que tiene el sector energético para el crecimiento económico de Pakistán. Una escasez de energía puede tener un efecto negativo en el crecimiento económico, de tal manera que las políticas energéticas son necesarias para alcanzar los objetivos de crecimiento del país. (Villa N. R., 2016)

Mercado de Electricidad

Existen pocos estudios empíricos sobre las hipótesis son escasos, Narayan & Rusell Smyth (2009) examinaron la relación causal entre el consumo de electricidad, las exportaciones y el PIB para un panel de países de Medio Oriente. Esta investigación encontró que para un panel en su conjunto existen diferentes efectos de retroalimentación estadísticamente significativos entre estas variables. Un aumento del 1% en el consumo de electricidad aumenta el PIB en un 0.04%, un aumento del 1% en las exportaciones aumenta el PIB en un 0.17% y un aumento del 1% en el PIB genera un aumento del 0.95% en el consumo de electricidad. Muchas de estos datos incentivaron las implicaciones políticas son que, para el panel en su conjunto, promover las exportaciones, en particular las exportaciones no petroleras, es un medio para promover el crecimiento económico y que la expansión de las exportaciones puede realizarse sin tener efectos adversos en las políticas de conservación.

Según Vera & Kristjanpoller (2015) se trabajó con las exportaciones de forma agregada se constatan los impactos positivos sobre la elasticidad de largo plazo del PIB de las exportaciones totales, la formulación bruta de capital fijo y la fuerza laboral. El creó una hipótesis entre el crecimiento y la generación de electricidad, se constata neutralidad en la relación causal.

Hossain (2012) examina empíricamente la relación causal dinámica entre el crecimiento económico, el consumo de electricidad, los valores de exportación y las remesas para el panel de tres países de la SAARC utilizando datos de series de tiempo. Utilizando cuatro pruebas de raíz unitaria de panel diferentes, se encuentra que todas las variables del panel están integradas de orden. Los resultados de la prueba Granger del panel respaldan que solo existe una relación causal bidireccional a corto plazo entre el crecimiento económico y los valores de exportación, pero no hay evidencia de una relación causal a largo plazo. Se encuentra que la elasticidad de largo plazo del crecimiento económico con respecto al consumo de electricidad y las remesas son mayores que la elasticidad de corto plazo. Esto significa que, con el tiempo, un mayor consumo de electricidad y una mayor remesa del suministro de mano de obra en el panel de países de la SAARC dan un lugar a un mayor crecimiento económico.

METODOLOGÍA

Se realizó una investigación cuantitativa con alcance explicativo con el objetivo de responder a la incertidumbre si se relacionan dos o más variables. El periodo por analizar en la investigación comprende 59 observaciones del 2005-2020 para Honduras. La variable endógena es el Producto Interno Bruto (PIB) a precios constantes de Honduras, las Exportaciones (EX); datos del Banco Central de Honduras, el Consumo

de Electricidad (CE) fue medido por millones de kW, obtenidos de la CREE (Comisión Reguladora de Energía Eléctrica), la ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica), el Sistema de Información Energética (SIE Honduras) y, los hogares del Instituto Nacional de Estadística (INE).

En el estudio se realizarán pruebas de estacionariedad con el fin de determinar su orden de integración, de las cuales se usará la Dickey Fuller Aumentada y la prueba Phillips-Perron, que van acorde al alcance explicativo de la investigación.

Se estimará test modelos autorregresivos vectoriales (VAR) que incluirán variables PIB, CE y EX. Después de la estimación del modelo VAR se realizarán las pruebas de cointegración para las combinaciones, con el fin de encontrar una cointegración entre ellas. Se pretende, hacer pruebas a largo plazo entre las variables elegidas, con el propósito de incluir una ecuación a corto plazo utilizando el Modelo de Corrección de Errores (MCE) incluyendo vectores de cointegración como mecanismos correctores de errores, rezagados en periodo. Se incluyen todas las variables rezagadas y se lleva a cabo una estimación general, y en el proceso se va descartando las variables que estadísticamente no son significativas.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Pruebas de raíz unitaria

Cuando hablamos de una secuencia de valores ordenados cronológicamente a lo largo del tiempo la denominamos serie de tiempo. Al realizar estudios con series de tiempo, es posible encontrar secuencias estacionarias y no estacionarias. Una serie de tiempo es estacionaria si su distribución es constante a lo largo del tiempo, la media, varianza y covarianza son constantes en el tiempo, (Gujarati, 2010) . Sin embargo, muchas de las series de tiempo que se analizan no cumplen con la condición de estacionariedad (series con raíz unitaria) cuando tienen una tendencia estocástica. Cuando no se cumple la condición de estacionariedad se pueden presentar problemas serios, consistentes en que dos variables completamente independientes pueden aparecer como significativamente asociadas entre sí en una regresión, únicamente por tener ambas una tendencia y crecer a lo largo del tiempo; estos casos fueron denominados por Granger y Newbold (1974) como “regresiones espurias”.

En esta investigación primero se analizó el nivel de integración de las variables usando la prueba Dickey Fuller Aumentado. Segundo, se realizó el análisis de los criterios de información para seleccionar el orden de rezagos del modelo, con los cual podremos saber si existe o no alguna relación de cointegración y en caso de existir, saber si la regresión cointegra a la Granger. Finalmente, se realiza el modelo VECM (Vector Error Correction Term Model) junto con las estimaciones de las funciones de impulso respuesta, para así mirar las relaciones de corto y largo plazo entre las variables.

Producto Interno Bruto

De la figura 1 se tomó el criterio de referencia AIC, que da como resultado 1 rezago, procediendo a aplicar la prueba de Dickey-Fuller con tendencia y constante.

Dando como resultado un t-estadístico de -3.547, comparado con la prueba estadístico de la tabla de Mackinon que este es mayor al T de la tabla, obteniendo un p-value de 0.0346.

Considerando que:

H₀: Hay raíz unitaria

H₁: No hay raíz unitaria

Con base en los resultados obtenidos se concluye que no se rechaza la hipótesis nula, muestra que hay una raíz unitaria, por lo tanto, el Producto Interno Bruto de Honduras muestra una tendencia estocástica.

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller					
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value			
Z(t)	-3.547	-4.135	-3.493	-3.176		
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0346						
D.PIB	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
PIB						
L1.	-.4609429	.1299428	-3.55	0.001	-.7215752	-.2003107
LD.	.0434702	.1381452	0.31	0.754	-.2336139	.3205544
_trend	158.6708	45.15067	3.51	0.001	68.11008	249.2316
_cons	16816.45	4690.911	3.58	0.001	7407.674	26225.23

FIGURA 1
Test de Dickey-Fuller Producto Interno Bruto

Exportaciones

En base a la variable de Exportaciones, el criterio de la tabla de AIC señala que se debe tomar 0 rezagos para aplicar nuestra prueba de Dickey-Fuller:

Basándose en la tabla los rezagos óptimos es de 0, por lo tanto, seguimos a probar si hay raíz unitaria o no en las exportaciones.

En esta prueba de Dickey-Fuller con tendencia y constante nos indica que el t-estadístico estimado es de -7.053 y en comparación al valor crítico de la tabla de Mackinnon que es de -3.41, es mayor a nuestro T estimado, lo cual nos indica que si existe una raíz unitaria y ya que nuestro p-value es de 0.0000, es decir, no se rechaza la hipótesis nula, igual que al Producto Interno Bruto, las exportaciones tienen una tendencia estocástica.

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller					
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value			
Z(t)	-3.547	-4.135	-3.493	-3.176		
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0346						
D.PIB	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
PIB						
L1.	-.4609429	.1299428	-3.55	0.001	-.7215752	-.2003107
LD.	.0434702	.1381452	0.31	0.754	-.2336139	.3205544
_trend	158.6708	45.15067	3.51	0.001	68.11008	249.2316
_cons	16816.45	4690.911	3.58	0.001	7407.674	26225.23

FIGURA 2
Test de Dickey-Fuller Exportaciones

Consumo Eléctrico

En base al consumo Eléctrico, el criterio de AIC señala que se debe realizar la prueba Dickey-Fuller con 0 rezagos, al realizarlo se puede observar que el T-estadístico es de -7.053, que igual que a las exportaciones y PIB, es mayor que al valor crítico de la tabla de Mackinnon, por lo tanto, se concluye que hay presencia de raíz unitaria y en base que tenemos un p-value de 0.00 no se rechaza la hipótesis nula, el consumo eléctrico en Honduras tiene una tendencia estocástica.

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-7.053	-4.132	-3.175

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

D.X	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
X						
_l1	-.958736	.1359409	-7.05	0.000	-1.231168	-.6863044
_trend	6.528744	1.085495	6.01	0.000	4.353363	8.704126
_cons	1158.898	164.8499	7.03	0.000	828.5314	1489.265

FIGURA 3
Test de Dickey-Fuller Consumo Electricidad

Modelo de Corrección de Errores

Para el MCE de CE, el coeficiente de los residuos rezagados un periodo presenta signo positivo y es una variable significativa, 0.913 al 0.05. Por lo tanto, se puede decir que hay evidencia de causalidad de largo entre las variables que el desequilibrio de corto plazo entre ellas se corrige en un 91% cada año. Estos resultados indican una relación de causalidad de largo plazo de las variables PIB y exportaciones hacia el consumo de energía.

Para el caso del MCE de las exportaciones, el valor de coeficiente de rezago es de 0.000, no significativo, y se supone que no hay causalidad a corto plazo. Estadísticamente en el término de corrección de errores es de 1% y significativo al 5% no tiene causalidad de corto plazo de las variables consumo de energía y PIB hacia las exportaciones.

Posteriormente el caso del MCE del PIB, el valor de coeficiente de rezago es de 0.298, lo que quiere decir que es significativo, se supone que hay causalidad a corto plazo. Una vez realizados los modelos de corrección de errores, fue necesario comprobar que estos cumplieran con los supuestos de un modelo de regresión lineal bien especificado, para dicho fin se llevaron a cabo las siguientes pruebas: de normalidad, de auto correlación y de heteroscedasticidad; las cuales fueron satisfactorias.

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller				
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value		
Z(t)	-7.053	-4.132	-3.492	-3.175	
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000					
D.X	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
X					
L1.	-.958736	.1359409	-7.05	0.000	-1.231168 - .6863044
_trend	6.528744	1.085495	6.01	0.000	4.353363 8.704126
_cons	1158.898	164.8499	7.03	0.000	828.5314 1489.265

FIGURA 4
Regresión Modelo de Corrección de Errores

Causalidad de Variables

En la relación CE-PIB los resultados de ambas pruebas para los sentidos de la causalidad son similares para la mayoría de las relaciones entre variables. Comenzando por las relaciones en las cuales ambas pruebas coinciden, la relación CE-PIB presentan una relación bidireccional, con un nivel no significativo del 0.00 cuando la causalidad va del producto interno bruto al consumo eléctrico, con un nivel del 0.004 respectivamente, cuando la causalidad va del consumo eléctrico al PIB. Al igual que ésta, la relación CE-EX es bidireccional, con un nivel de significancia del 0.762, en las pruebas, cuando la causalidad va del consumo eléctrico hacia las exportaciones y la misma similitud en sentido contrario.

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller				
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value		
Z(t)	-7.053	-4.132	-3.492	-3.175	
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000					
D.CE	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
CE					
L1.	-.958736	.1359409	-7.05	0.000	-1.231168 - .6863044
_trend	2.176248	.3618318	6.01	0.000	1.451121 2.901375
_cons	386.2994	54.94998	7.03	0.000	276.1771 496.4216

FIGURA 5
Causalidad entre variables

CONCLUSIONES

Previo a aplicar las pruebas de causalidad, que es la parte fundamental de esta investigación, fue necesario estudiar las series de tiempo de las distintas variables de este trabajo: consumo de energía eléctrica, exportaciones y PIB en Honduras para el periodo 2007-2021 utilizando modelos econométricos se llegó a la conclusión de que las series son integradas (I) de orden uno (1).

Para el caso de la relación consumo eléctrico-PIB para el caso de Honduras se encontró que existe una relación de causalidad bidireccional entre estas variables, de manera que el consumo de energía eléctrica puede no tener efectos significativos en el comportamiento del PIB.

Los resultados obtenidos de la relación exportaciones-PIB, demuestran que en la economía hondureña existe una relación de causalidad bidireccional entre estas variables, acorde a las expectativas globales y la presencia de esta estrategia en los últimos años.

Enmarcada en las teorías de crecimiento en donde la producción se explica no solo por factores tradicionales como el capital y el trabajo, el uso de los insumos energéticos cobra un papel cada vez más importante para entender la producción nacional. Más aún, estudios previos han demostrado que esta relación se extiende no solo al consumo de los energéticos sino también a sus precios.

REFERENCIAS

- Bartleet, M., & Gounder, R. (2010). Energy consumption and economic growth in New Zealand: Results of trivariate and multivariate models. *Energy Policy*.
- Bolívar, J. M. (2017). Crecimiento económico, precios y consumo de energía en México. *Ensayos Revista de Economía*, Vol.36, No. 1, pp. 59-78.
- Caballero Güendolain, K., & Galindo Paliza, L. M. (2007). El consumo de energía en México y sus efectos en el producto y los precios. *Problemas del Desarrollo Revista Latinoamericana de Economía*, *Problemas del Desarrollo Revista Latinoamericana de Economía*, 38(148).
- Castro Loaiza, J., & Gómez Aguirre, J. (2018). Crecimiento económico, consumo de energía eléctrica y comercio. Un análisis de causalidad para México 1968-2013. *Repositorio De La Red Internacional De Investigadores En Competitividad*, 624-640.
- Cheng, B. (1999). Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: An Application of Cointegration and Error-Correcting Modelling. *Indian Economic Review*, 34(1), pp. 39-49.
- Ferguson, R., Wilkinson, W., & Hill, R. (2000). *Electricity use and economic development*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421500000811>
- Gardner, T. &. (1996). Economic Growth: Energy Prices and Technological Innovation. *Southern Economic Journal*, *Economic Journal*, 62(3), pp. 653-666.
- Gómez, M. y. (2015). "Electricity consumption and economic growth: the case of Mexico". *International Journal of Social, Behavioral, Education and Management Engineering*, 9(8), 2803-2808.
- Gujarati, D. N. (2010). *Econometría*.
- Hossain, S. (2012, Enero). *Multivariate Granger causality between economic growth, electricity consumption, exports and remittance for the panel of three SAARC countries*. https://www.researchgate.net/publication/285650699_Multivariate_Granger_causality_between_economic_growth_electricity_consumption_exports_and_remittance_for_the_panel_of_three_SAARC_countries
- INE. (2014). *INE*. <https://www.ine.cl/ine-ciudadano/definiciones-estadisticas/economia/proceso-economico#:~:text=Producci%C3%B3n%3A%20En%20econom%C3%ADa%2C%20producir%20e,s,para%20satisfacer%20necesidades%20o%20deseos>.
- Kraft, J., & Kraft, G. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy Development*, Volume 3, pp. 401-403.

- Larrain, F., & Sachs, J. (2004). *Macroeconomía en la economía global*. Pearson Prentice Hall.
- Lorente, L. (2018, Julio). *Scielo*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-59962018000200009#:~:text=Sin%20embargo%2C%20la%20causalidad%20e,s,de%20ella%20un%20determinado%20efecto.
- Mahadevan, R., & Asafu-Adjaye, J. (2007). Energy consumption, economic growth and prices: A reassessment using panel VECM for developed and developing countries. *Energy Policy*.
- Marroquin, J., & Rios, H. (2016). Crecimiento económico, precios y consumo de energía en México.
- Mejía, V. C. (2006). *Diccionario Económico Financiero*.
- Narayan, K., & Russell Smyth. (2009). *Multivariate granger causality between electricity consumption, exports and GDP: Evidence from a panel of Middle Eastern countries*.
- Nuclear, F. (2015, Marzo). *Foro Nuclear*. Retrieved from <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-la-electricidad/>
- Omri, A. (2014). *An international literature survey on energy-economic growth nexus: Evidence from country-specific studies*.
- Outlook, W. E. (2008). *Financial stress, Downturns and recoveries*. International Monetary Fund.
- Rosenberg, N. (1998). The role of electricity in industrial development. *The Energy Journal*, 19, 7–24.
- Squalli, J. (2007). Electricity consumption and economic growth: Bounds and causality analyses of Opec Members.
- Toman, M., & Jenelkova, B. (2003). *Introduction of Energy Economics. Second edition. California USA, TTB Publication limited*.
- Vargas, A. P. (2014). *La relación entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico empleando un modelo trivariado para Chile*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/52323/901096.2014.pdf?sequence=1>
- Vargas, J. D. (2020, Noviembre). *Relación del consumo de energía renovable y no renovable con el crecimiento*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/53140/Trabajo%20de%20grado%20Juan%20David%20Robayo%20V..pdf?sequence=2>
- Vera, J., & Kristjanpoller, W. (2015). *Causalidad de Granger entre composición de las exportaciones, crecimiento económico y producción de energía eléctrica: Evidencia Empírica para Latinoamérica*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/1552/155252550002/html/>
- Villa, N. R. (2016). *CONSUMO DE ELECTRICIDAD Y CRECIMIENTO ECONOMICO EN MEXICO: ANALISIS DE SERIES DE TIEMPO Y PROSPECTIVA*. <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/10/TESIS-Zamarripa-Villa-Nayib-Ren%C3%A9.pdf>
- Villa, N. Z. (2016). *Consumo de electricidad y crecimiento económico en México*. Tijuana, México.
- Villarroya, I. S., & Sanaú, J. (2015). Producción eléctrica y crecimiento español. Una perspectiva a largo plazo. *Historia Industrial*, 111-150.
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34(10), 1106–1114. doi:10.1016/j.enpol.2004.10.008.