

Incidencia del crecimiento económico en las emisiones de CO₂: un análisis comparativo (1980-2008)

pags 79-99

Grupo de investigación: Desarrollo y Equidad
María Esperanza Cuenca Coral*

Recibido: 29 de abril de 2014 Aceptado: 30 de mayo de 2014

RESUMEN

El crecimiento económico suele ser hoy en día una prioridad para la mayoría de los países, objetivo de política económica y preocupación de académicos en todo el mundo, ya que con éste teóricamente podrían llegar a mejorarse el bienestar y la calidad de vida de la población. Sin embargo, durante el proceso que se lleva a cabo para mejorar los niveles de crecimiento se desarrollan diferentes actividades de explotación de recursos y de producción que, sin que se les dé mayor importancia, durante muchos años han llevado a un deterioro del medio ambiente.

Palabras Clave: Crecimiento económico, emisiones de CO₂, Economía Ambiental.

ABSTRACT

Economic growth today is often a priority for most countries, economic policy objective and concern of academics around the world, and that it could theoretically reach improved well-being and quality of life of the population. However, during the process that is carried out to improve the growth levels of different activities resource exploitation and production, not to be given greater importance, for many years have led to a deterioration of the environment are developed.

Key words: economic growth, environmental economy, CO₂ emission.

* Docente investigadora Universidad de América. Economista M.Sc. maria.cuenca@investigadores.uamerica.edu.co

INTRODUCCIÓN

El deterioro del medio ambiente a nivel mundial, se ve reflejado en la contaminación del agua, de los suelos y del aire. En este último, uno de los principales contaminantes es el dióxido de carbono (CO_2), el cual puede ser de origen natural o antropógeno (proveniente de actividades humanas) y está asociado además a la producción industrial. Aunque este gas es imprescindible para el medio ambiente (Sordo, 2006), la acción humana ha llegado a alterar el equilibrio natural al incrementar los niveles de CO_2 por medio de la ganadería y el uso de combustibles fósiles, entre otras razones.

Estos gases retienen calor cerca de la superficie (SEDNA, 2005), elevando la temperatura del planeta y aportando en gran medida al cambio climático, lo que puede traer graves consecuencias para la humanidad basadas principalmente en el incremento de las sequías y el aumento del nivel del mar causado por el derretimiento de los polos (Bird, 2001). Desde 1990 se han presentado los 10 años más calurosos en la historia de la humanidad (Muñoz, 2009), lo que confirma que la situación es cada vez más preocupante y este cambio climático amenaza la vida de futuras generaciones. Además, la explicación que se ha dado durante los últimos años es que “es el crecimiento económico lo que constituye la causa primordial de la degradación del medio ambiente” (Jacobs, 1996).

Con el fin de analizar el verdadero impacto del crecimiento económico sobre las emisiones de CO_2 , el presente documento muestra una comparación internacional sobre la relación entre estas variables en países de diferentes niveles de desarrollo. Para esto se tuvieron en cuenta tres países desarrollados (Estados Unidos, Japón y Reino Unido), dos emergentes (Brasil e India) y tres subdesarrollados (Colombia, Bolivia y Nigeria). Dicha comparación se realizó principalmente mediante un modelo de Vectores Auto-regresivos (VAR).

Uno de los elementos fundamentales en la línea de investigación a la cual pertenece la autora de este artículo, es la utilización de las herramientas econométricas necesarias para poder interpretar los datos. En este caso, y como objetivo de este trabajo está la incorporación de una metodología que, hasta el momento no se ha utilizado para analizar estos problemas en el país; pero que se ha reconocido como relevante en otros tópicos de literatura económica.

El estudio abarcó el período comprendido entre los años 1980 y 2008, haciendo uso de datos anuales para las variables correspondientes a: emisiones de CO_2 (CO_2), crecimiento del PIB (CPIB), población total (POBLA) y porcentaje de energía procedente de combustibles fósiles (CFOS).

El objetivo es realizar una comparación de evidencia internacional acerca de la relación entre crecimiento económico y emisiones de CO_2 , en una muestra de países desarrollados, emergentes y subdesarrollados en el período 1980-2008, para lo cual se estudiaron las condiciones específicas de crecimiento de cada uno de los países de la muestra, caracterizando el sistema productivo en cada uno de ellos. Igualmente se analizó y comparó la incidencia del crecimiento económico en las emisiones de CO_2 en cada país y la evidencia acerca de la relación entre crecimiento económico y emisiones de CO_2 por grupos y entre grupos.

Para el enfoque del trabajo se tomaron en cuenta los planteamientos de teorías tanto de crecimiento económico como de economía ambiental, entre las cuales se encuentran el modelo de Solow-Swan, la Curva Ambiental de Kuznets y la teoría de las tres dimensiones del desarrollo sostenible.

Modelo de Solow Swan

Se basa en tres supuestos (Ledesma, 2002):

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO INDUSTRIAL

1. La población y la fuerza de trabajo crecen a una tasa proporcional constante determinada por factores biológicos y son independientes de aspectos económicos.
2. El ahorro y la inversión son una proporción fija del producto neto.

La tecnología se ve afectada por la fuerza de trabajo por unidad de producto y el capital por producto.

Se trata de un modelo que supone una economía en la que la producción depende de la mano de obra y el capital fijo empleados, así como de la tecnología disponible. Además plantea que es necesario incrementar la dotación de capital para que se presente un aumento progresivo de la producción que llevará a un crecimiento económico.

Debido a que en el modelo de (Acosta, 2011) se llega a mostrar que la acumulación de factor trabajo y de factor capital no explican la totalidad del crecimiento, aparece el llamado “residuo de Solow”, a partir del cual se concluye que éste queda representado por el progreso técnico. Es así como el modelo de Solow-Swan toma como base los supuestos iniciales de Solow e incorpora el progreso técnico para explicar dicho “residuo”, teniendo en cuenta que “la parte del crecimiento que no se debe a los factores productivos se tiene que deber a un cambio en la función de producción, que significa cambio técnico” (Acosta, 2011).

Curva Ambiental de Kuznets

Plantea la hipótesis de la existencia de la relación en forma de U invertida entre el crecimiento económico y la degradación ambiental, lo que implica el aumento en la degradación del medio ambiente con la actividad económica hasta un cierto nivel de ingresos, después del cual el aumento de los ingresos se asocia a una mejor calidad ambiental.

Esto quiere decir que en los países con bajos niveles de desarrollo, la degradación ambiental es limitada debido a que la producción se obtiene básicamente de actividades agrícolas tradicionales poco productiva, respetuosa de los equilibrios ambientales, y con una gran proporción de residuos biodegradables. Cuando se empieza a impulsar el proceso de crecimiento económico, se da un aumento acelerado de explotación de recursos y de industrialización de las economías que, por el incremento de las tecnologías y fuentes de energía utilizadas, afecta al medio ambiente. Más adelante, en los países desarrollados se valora más el medio ambiente, generando más regulación en este sentido, con lo que finalmente se puede mejorar la calidad del mismo.

Puede decirse que con la Curva de Kuznets Ambiental se trata de explicar la mejora del medio ambiente como una consecuencia del crecimiento económico y que por lo tanto éste último puede llegar a ser en sí una solución a problemas de tipo ambiental en el largo plazo.

Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible

La teoría de las Tres Dimensiones de Desarrollo Sostenible (Artaraz, 2002) se basa en formular que “el concepto de sostenibilidad puede ser gráficamente representado mediante un triángulo equilátero, cuya área central representaría la zona de equilibrio para el desarrollo sostenible” (Ibídem). Cada extremo del triángulo comprende una de las tres dimensiones: dimensión económica, dimensión social y dimensión ecológica.

1. Dimensión económica: se espera que sea posible tener en cuenta el coste para el medio ambiente de las actividades económicas e industriales en el cálculo del PIB.
2. Dimensión social: se tiene en cuenta el concepto de equidad, el cual se desagrega en equidad intergeneracional y entre países,

resaltando la importancia del bienestar de la sociedad en general.

3. Dimensión ambiental o ecológica: la sostenibilidad ecológica plantea la necesidad de la utilización de energías y recursos renovables en el sistema productivo que permitan un deterioro medioambiental lo más bajo posible.

Es importante alcanzar ese equilibrio para que el desarrollo sostenible garantice la futura calidad de vida de las personas, la cual dependerá en unos años de las medidas que se tomen hoy en día para mitigar la contaminación y el cambio climático.

Al observar el comportamiento de las emisiones de CO₂ en los 8 países estudiados se encontró que, aunque por décadas las más altas fueron las de los países desarrollados, en el período de estudio el crecimiento de ellas fue cada año más lento en dichos países. Para el año 2008 en Estados Unidos las emisiones fueron un 15.7% menores que las de 1980, en Japón crecieron apenas un 20.7% y en el Reino Unido se lograron reducir un 9.7%. Por otro lado en los países subdesarrollados las emisiones han sido menores pero han crecido mucho más rápido presentando aumentos del 52.6%, 174.9% y 40.5% en Colombia, Bolivia y Nigeria respectivamente, en el período de 29 años. Finalmente el caso de los países emergentes es mucho más preocupante, ya que se han presentado aumentos desmedidos de las emisiones de CO₂. En el caso de Brasil el crecimiento fue del 110.2%, mientras que en la India fue del 399.9%.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DE PAÍSES

En la tesis que soporta este artículo se hace una extensa descripción de los países escogidos. Debido a la corta extensión de este artículo, se incluirá un brevísimo resumen de este aparte; considerando por parte de la autora, mucho más interesante el trabajo econométrico resultante de este análisis.

Los países subdesarrollados se caracterizan por sus bajos niveles de ingreso per cápita, desarrollo tecnológico e industrial bajos, dependencia económica de productos del sector primario principalmente, además predominan las exportaciones de este tipo de bienes, ya que suelen dotar de materias primas al sector industrial de los países desarrollados, de los cuales posteriormente importan bienes manufacturados.

Otras características de los países subdesarrollados son la desigual distribución de los recursos, lo que influye en una peor calidad de vida; y el alto consumo energético, razón por la cual pueden llegar a tener mayores niveles de contaminación por emisiones de CO₂, en el caso de seguir dependiendo del uso de combustibles fósiles.

Por su parte, los países emergentes, son países que tienen características similares a los subdesarrollados, pero que han logrado tener mayores avances en la distribución de recursos y generación de riqueza, lo que los acerca a un mayor nivel de desarrollo.

El aumento de su participación en el comercio internacional, así como el reciente y rápido incremento en sus tasas de crecimiento económico, al igual que sus ingresos, son características comunes que los alejan de ser países subdesarrollados. Entre los países emergentes destacan los llamados "BRICS", cuya sigla agrupa a las economías de Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica.

En oposición a los países subdesarrollados, la alta tecnología, los altos niveles de ingreso per cápita, las bajas tasas de natalidad, mortalidad y analfabetismo, así como la innovación, son algunas de las características que comparten los países desarrollados, condiciones que permiten que sus habitantes tengan una buena calidad de vida. Se trata de los también llamados países industrializados, en los que por lo general el sector primario no es el más representativo a nivel económico y en los que por el

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO INDUSTRIAL

contrario el sector industria e incluso el sector servicios tienen gran importancia.

MATERIALES Y MÉTODO

Dado que los grupos de países analizados en el presente trabajo corresponden a diferentes niveles de desarrollo y las condiciones de crecimiento para cada país han sido diferentes en cada caso y con el fin de establecer las comparaciones necesarias tanto entre la muestra de países como entre los grupos de países, a continuación se presenta la estimación econométrica por medio de vectores auto-regresivos, la cual permitió mostrar relaciones más consecuentes con la realidad entre las variables escogidas. Según su definición,

- El modelo VAR es una herramienta de series de tiempo multivariado, la cual fue utilizada para el análisis macroeconómico originalmente por Sims a inicios de la década del ochenta. En el VAR todas las variables son consideradas como endógenas, pues cada una de ellas se expresa como una función lineal de sus propios valores rezagados y de los valores rezagados de las restantes variables del modelo. Lo anterior permite capturar más apropiadamente los movimientos de las variables y la dinámica de sus interrelaciones de corto plazo. (Arias, 2004)

Se corrió un modelo VAR por cada país y uno por cada nivel de desarrollo o grupo de países. Las variables incluidas en los modelos son definidas a continuación:

- CO₂: Emisiones de Dióxido de Carbono. Las emisiones de CO₂ están medidas en kt (kilo toneladas) por año. El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero que puede ser de origen natural o antropogénico (proveniente de actividades humanas). El de origen antropogénico se asocia principalmente a la quema de combustibles fósiles. Es uno de los gases que más aporta al calentamiento global.

- CPIB: Crecimiento del PIB: Medido en porcentaje de crecimiento anual, la tasa de crecimiento del PIB refleja el crecimiento de una economía específica. Esta tasa es calculada con base en el PIB a precios constantes del 2000 en dólares estadounidenses, el cual resulta de la suma de los valores agregados de todos los sectores de la economía.
- POBLA: Población: Se trata del número de personas que habitan un territorio determinado, en este caso el número de personas que habitan cada uno de los países. Esta variable está medida en unidades.
- CFOS: Porcentaje de la energía total procedente de combustibles fósiles. La medición que hace el Banco Mundial comprende los productos de carbón, aceite, petróleo y gas natural, que por su naturaleza, al ser quemados emiten CO₂.

Es importante resaltar que la medición de las emisiones de CO₂ no tiene en cuenta las consideraciones territoriales, como por ejemplo la superficie total de cada país, o las regiones dentro de cada uno de ellos. Actualmente no es posible acceder a datos de este tipo para ninguno de los países, es por esto que los datos tomados del Banco Mundial corresponden al total de emisiones de CO₂ para cada país.

Mediante el desarrollo de los modelos VAR se pretendió mostrar la influencia que ejercen el crecimiento del PIB, la población y la energía procedente de combustibles fósiles sobre las emisiones de CO₂.

Los resultados del VAR para el grupo de países subdesarrollados, representados en la tabla 1, mostraron que al tomar CO₂ como variable endógena (primera columna) el comportamiento de esta variable depende del crecimiento del PIB rezagado un período, el cual afecta las emisiones de manera negativa, y de la población con uno y dos rezagos, es decir, depende de la población de los dos años anteriores, esto con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 1. Resultados Vector auto-regresivo para países subdesarrollados

Vector Autoregression Estimates				
Date: 05/25/13 Time: 21:12				
Sample (adjusted): 1981 2008				
Included observations: 28 after adjustments				
Standard errors in () & t-statistics in []				
	CO2	CPIB	POBLA	CFOS
CO2(-1)	0.255141 (0.23627) [1.07988]	-0.000154 (0.00011) [0.39998]	-0.268203 (0.50151) [-0.53480]	-6.28E-05 (6.9E-05) [-0.91559]
CO2(-2)	0.181986 (0.22657) [-0.80321]	-4.16E-05 (0.00010) [0.39998]	-0.268203 (0.50151) [-0.53480]	-6.28E-05 (6.9E-05) [-0.91559]
CPIB(-1)	-1424.020 (476.041) [-2.99138]	0.103949 (0.21871) [0.47528]	-1444.033 (1053.68) [-1.37046]	-0.121192 (0.14422) [-0.84031]
CPIB(-2)	-306.5735 (453.008) [-0.67675]	-0.076738 (0.20813) [-0.36871]	-1352.498 (1002.70) [-1.34885]	-0.314450 (0.13725) [2.29115]
POBLA(-1)	-0.104764 (0.05332) [1.96475]	2.19E-05 (2.4E-05) [0.89499]	1.952248 (0.11802) [16.5410]	-2.10E-05 (1.6E-05) [-1.29947]
POBLA(-2)	-0.105312 (0.05419) [-1.94325]	-2.18E-05 (2.5E-05) [-0.87609]	0.948798 (0.11995) [-7.90970]	-2.17E-05 (1.6E-05) [1.32225]
CFOS(-1)	-720.6258 (636.814) [-1.13161]	-0.155016 (0.29258) [-0.52983]	-2843.230 (1409.54) [-2.01713]	0.425157 (0.19293) [2.20366]
CFOS(-2)	-602.1746 (679.324) [-0.88643]	-0.718817 (0.31211) [-2.30312]	-866.3409 (1503.63) [-0.57616]	-0.297359 (0.20581) [-1.44482]
C	23717.15 (31842.1) [0.74484]	24.14679 (14.6294) [1.65057]	114325.2 (70480.1) [1.62209]	3742131 (9.64700) [3.87906]

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO INDUSTRIAL

	CO2	CPIB	POBLA	CFOS
R-squared	0.868877	0.655863	0.999999	0.940761
Adj. R-squared	0.807122	0.493916	0.999999	0.912884
Sum sq. Resids	2.09E+09	44.04993	1.02E+09	19.15479
S.E. equation	3503.668	1.609712	755.119	1.061486
F-statistic	14.08116	4.049867	4239220.	33.74659
Log likelihood	-243.5696	-43.74646	-264.74636	-32.92033
Akaike AIC	19.42843	4.057412	21.01752	3.224641
Schwarz SC	19.86393	4.492907	21.45301	3.66031
Mean dependent	44209.73	3.503077	52456633	54.06903
S.D. dependent	7978.806	2.262752	9032470.	3.596371
Determinant resid covariance (dof adj.)		1.53E+15		
Determinant resid covariance		2.81E+14		
Log likelihood		-580.0501		
Akaike information criterion		47.38847		
Schwarz criterion		49.13045		

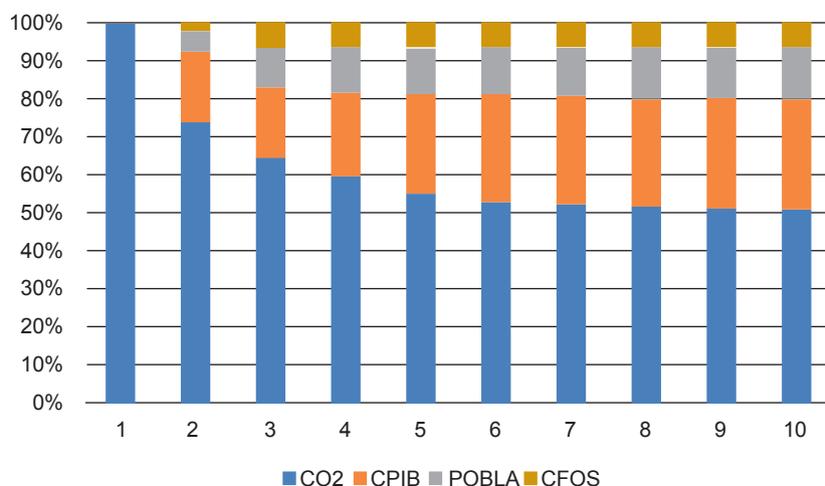
Fuente: Software eviews 6.0

En el momento en que se toma CPIB como variable endógena, la única variable significativa para explicarla en el grupo de países subdesarrollados fue el porcentaje de energía procedente de combustibles fósiles rezagada dos años, es decir, este porcentaje de dos años atrás hace que el crecimiento del PIB disminuya. Por otro lado, tomando como variable endógena a POBLA, resultó significativa la población de los dos años anteriores y a su vez la variable CFOS rezagada un período, la cual la afecta negativamente, con un nivel de significancia del 10%. De igual manera, siendo CFOS la variable endógena, con un nivel de confianza del 95%, ésta se ve afectada positivamente por sí misma rezagada un período y también positivamente por CPIB con dos rezagos.

El R^2 al tomar CO_2 como variable endógena, fue de 0.8688, lo cual quiere decir que el modelo estimado logró explicar el 86.8% de la varianza de CO_2 .

Al descomponer la varianza de la variable CO_2 , como se observa en el gráfico 1, se encontró que las emisiones de CO_2 en los países subdesarrollados dependen principalmente de su propio crecimiento durante todo el período de estudio (1980-2008), seguido por el crecimiento del PIB y en tercer lugar depende de la población. Según la descomposición de la varianza de las emisiones de CO_2 , en el grupo de países subdesarrollados, el porcentaje de energía procedente de combustibles fósiles es el que menos importancia tuvo para explicar la variabilidad de CO_2 .

En el caso de la descomposición de la varianza de CPIB, se observó que la mayor parte de ésta se ve explicada por su propia dinámica y en segundo lugar se ve explicada por CO_2 , CFOS y POBLA en menor proporción pero en medidas similares entre sí.

Gráfico 1. Descomposición de la varianza de CO₂. Países subdesarrollados

Fuente: Elaborado por el autor con base en Software eviews 6.0

Por otra parte, la variable POBLA, en la descomposición de la varianza mostró que en todo el período estudiado está explicada por su propio comportamiento, seguido por el de emisiones de CO₂. A partir del quinto período la variable CPIB comienza a cobrar importancia mientras disminuye la de CFOS, aunque el porcentaje no es muy importante en ninguno de los dos casos.

Igualmente, en el caso de la variable CFOS, la descomposición de la varianza mostró que en los primeros cuatro períodos, ésta depende principalmente de sí misma, seguida por CPIB. A partir del quinto período, ambas variables son casi igual de importantes para explicar la variabilidad de CFOS. En tercer y cuarto lugar depende de POBLA y CO₂, pero en un porcentaje mucho menos relevante.

En el caso de los países emergentes el vector auto-regresivo (tabla 2) mostró que, con un nivel de confianza del 95%, las emisiones de CO₂ se ven afectadas positivamente por su propio comportamiento en el período inmediatamente anterior. El crecimiento del PIB y los combustibles fósiles, son significativos para explicar las emisiones de CO₂ en el primer rezago y con un nivel de significancia del 10%. El aumento del PIB afecta las emisiones positivamente, mientras

que la variable CFOS las afecta negativamente. Siendo CPIB la variable endógena, se puede decir que con un nivel de confianza del 95%, ésta se explica a sí misma con un solo rezago, al igual que POBLA y CFOS, variables que la afectan de manera positiva y negativa respectivamente; también con un nivel de significancia del 10% se puede afirmar que la variable CO₂ rezagada un período afecta negativamente al crecimiento del PIB en el conjunto de países emergentes.

De igual manera, tomando como variable endógena a POBLA, todas las variables resultaron significativas en el primer rezago al nivel de confianza del 95%, viéndose afectada positivamente por CPIB, CFOS y por sí misma (POBLA) y negativamente por CO₂. En cambio CFOS únicamente es explicada por sí misma rezagada un período y por CPIB, también rezagada un período, también con un nivel de confianza del 95%.

En el grupo de países emergentes, la variabilidad de la variable CO₂ depende principalmente de sí misma, dejando con el paso del tiempo que la proporción de la variable CFOS en la descomposición de su varianza tome importancia, mientras que las variables CPIB y POBLA no tienen tanta relevancia dentro de ésta, como se observa en el gráfico 2.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO INDUSTRIAL

Tabla 2. Resultados Vector auto-regresivo para países emergentes

Vector Autoregression Estimates				
Date: 05/25/13 Time: 21:12				
Sample (adjusted): 1981 2008				
Included observations: 28 after adjustments				
Standard errors in () & t-statistics in []				
	CO2	CPIB	POBLA	CFOS
CO2(-1)	1.024408 (0.10341) [9.90626]	-2.15E-05 (1.2E-05) [-1.83716]	-6.151886 (1.19939) [-5.12918]	-8.98E-06 (5.6E-06) [-1.62902]
CPIB(-1)	301.024 (1530.54) [1.97056]	0.379497 (0.17325) [2.19044]	43204.84 (17751.8) [2.43383]	-0.172021 (0.08158) [2.10869]
POBLA(-1)	0.000235 (0.00032) [0.73802]	9.03E-08 (3.6E-08) [2.50525]	1.06452 (0.00369) [272.409]	1.79E-08 (1.7E-08) [1.05347]
CFOS(-1)	-3391.499 (1822.61) [-1.86079]	-0.446565 (0.20631) [-2.16451]	113816.5 (21139.3) [5.38411]	1.037413 (0.09714) [10.6791]
C	61833.85 (96418.6) [0.64131]	-9.657621 (10.9142) [-0.88487]	3504125. (1118300) [3.13344]	-6.959761 (5.13907) [-1.35428]
R-squared	0.997721	0.541580	0.999998	0.987627
Adj. R-squared	0.997307	0.458231	0.999997	0.985378
Sum sq. Resids	3.06E+09	39.24002	4.12E+11	8.699867
S.E. equation	11798.34	1.335529	136841.8	0.628847
F-statistic	2407.950	6.497732	2239959.	439.0272
Log likelihood	-288.6909	-43.35845	-354.8643	-32.02220
Akaike AIC	21.75488	3.582108	26.65661	2.075718
Schwarz SC	21.99485	3.822077	26.89658	2.315688
Mean dependent	611573.4	4.406667	5.62E+08	56.34057
S.D. dependent	227343.9	1.814455	80330907	5.200408
Determinant resid covariance (dof adj.)		8.41E+17		
Determinant resid covariance		3.71E+17		
Log likelihood		-699.3779		
Akaike information criterion		53.28725		
Schwarz criterion		54.24713		

Fuente: Software Eviews 6.0

La descomposición de la varianza de CPIB mostró que ésta depende básicamente de sí misma durante todo el período estudiado, con una pequeña intervención de las variables CO2 y CFOS. De igual manera, la variable POBLA se ve determinada hasta el séptimo período por sí misma, seguida por la variable CFOS y por la variable CO2. A partir del octavo período la variable más importante para explicar la variabilidad de POBLA es CFOS, seguida por la dinámica misma de POBLA y de la variable CO2.

Por otra parte, la descomposición de la varianza de la variable CFOS, fue explicada en su mayoría por sí misma, seguida por la población y en tercer lugar por las emisiones de CO₂. Las proporciones de cada variable para explicar la variabilidad de CFOS son casi las mismas durante todo el período estudiado.

Por último para los países desarrollados, por medio de vectores auto-regresivos y al tomar a CO2 como variable endógena, como se observa en la tabla 3, se obtuvo un modelo que recoge el 98,6% de la varianza del verdadero CO2. En este caso resultaron significativas, al nivel de significancia del 5%, el CO2 rezagado un período, CPIB con un rezago, POBLA con uno y con dos rezagos y CFOS rezagado un período. Todas estas variables,

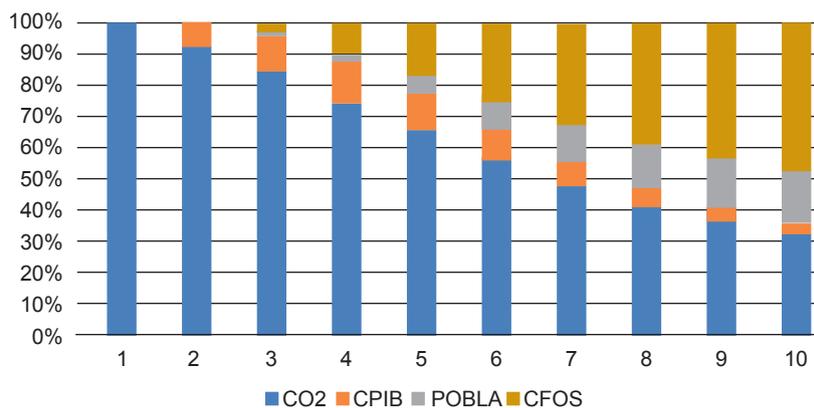
excepto CO2 y POBLA rezagada un período, la afectan negativamente.

Tomando CPIB como variable endógena resultaron significativas las variables CPIB rezagada un período, POBLA con uno y con dos rezagos y CFOS rezagada un período. Por otro lado, con CFOS como variable endógena, al nivel de significancia del 5%, resultaron significativas la población con uno y dos rezagos y CFOS con un rezago. También resultan significativas las emisiones de CO₂ con un nivel de confianza del 90%.

El gráfico 3 muestra cómo la descomposición de la varianza de CO2 para los países desarrollados está representada en su mayoría por el comportamiento de esta variable. El crecimiento del PIB no resultó tan importante para explicar la variabilidad de las emisiones de CO₂ a lo largo del tiempo, mientras que el porcentaje de energía procedente de combustibles fósiles y la población de estos países sí tienen mayor relevancia.

Igualmente, al descomponer la varianza de CPIB se encuentra que, a partir del segundo período, está explicada en proporciones semejantes por sí misma y por las variables POBLA Y CFOS. Mientras que al descomponer la varianza de POBLA se encuentra que está explicada en su mayoría por sí misma, seguida de CPIB y en un porcentaje creciente por CO₂.

Gráfico 2. Descomposición de la varianza de CO2. Países emergentes



Fuente: Software Eviews 6.0

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO INDUSTRIAL

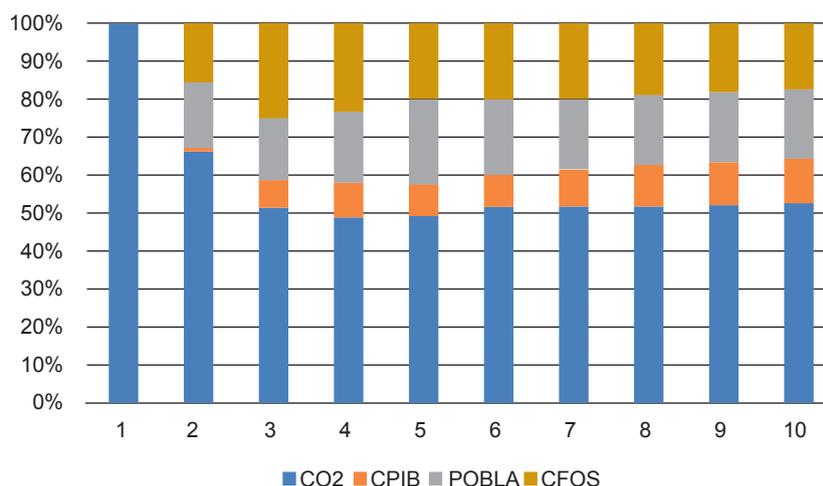
Tabla 3. Resultados Vector auto-regresivo para países desarrollados

Vector Autoregression Estimates				
Date: 05/25/13 Time: 21:12				
Sample (adjusted): 1981 2008				
Included observations: 28 after adjustments				
Standard errors in () & t-statistics in []				
	CO2	CPIB	POBLA	CFOS
CO2(-1)	0.604802 (0.20578) [2.93903]	-5.23E-06 (6.7E-06) [-0.78037]	1.025674 (0.46181) [2.22099]	-5.67E-06 (3.0E-06) [-1.89158]
CO2(-2)	-0.1483986 (0.17352) [-0.85521]	-1.12E-06 (5.7E-06) [-0.19844]	-0.059633 (0.38940) [-0.15314]	9.85E-07 (2.5E-06) [0.38986]
CPIB(-1)	-9644.0640 (7125.37) [-1.35348]	0.121791 (0.23223) [0.52443]	-16307.56 (15990.4) [-1.01983]	-0.120601 (0.10376) [-1.16232]
CPIB(-2)	-19188.125 (5976.19) [-3.21076]	-0.738990 (0.19478) [-3.79397]	20579.00 (1341.5) [1.53443]	-0.046393 (0.08702) [-0.53310]
POBLA(-1)	-0.285991 (0.09238) [-3.09590]	-1.36E-05 (3.0E-06) [-4.51425]	1.906142 (0.20731) [9.19469]	-3.58E-06 (1.3E-06) [-2.65801]
POBLA(-2)	0.284918 (0.09066) [3.14280]	1.34E-05 (3.0E-06) [4.54023]	-0.918372 (0.20345) [-4.51401]	-3.60E-06 (1.3E-06) [2.72545]
CFOS(-1)	-43846.04 (15301.9) [-2.86540]	-2.046826 (0.49873) [-4.10409]	39303.23 (34339.7) [1.14454]	0.486940 (0.22282) [2.18531]
CFOS(-2)	-11146.91 (12715.4) [-0.87664]	0.523353 (0.41443) [1.26283]	4210.995 (28535.4) [0.14757]	-0.090217 (0.18516) [-0.48724]
C	6557722. (1259316) [5.20737]	191.5923 (41.0444) [4.66792]	-4040805. (2826097) [-1.42982]	63.69140 (18.3380) [3.47319]

	CO2	CPIB	POBLA	CFOS
R-squared	0.986097	0.779470	0.999975	0.967541
Adj. R-squared	0.979554	0.675691	0.999954	0.952266
Sum sq. resids	9.55E+09	10.14637	4.81E+10	2.025384
S.E. equation	23703.42	0.609712	755.119	1.061486
F-statistic	150.7177	7.510875	85873.65	63.34150
Log likelihood	-293.2767	-24.65965	-314.2932	-3.712019
Akaike AIC	23.25205	2.5899204	24.86871	0.977848
Schwarz SC	23.68755	3.024699	25.30420	1.413343
Mean dependent	2281432.	2.783462	1.50E+08	86.21119
S.D. dependent	165770.9	1.356599	8818075.	1.579843
Determinant resid covariance (dof adj.)		8.08E+16		
Determinant resid covariance		1.48E+16		
Log likelihood		-631.5749		
Akaike information criterion		51.35192		
Schwarz criterion		53.09390		

Fuente: Software Eviews 6.0

Gráfico 3. Descomposición de la varianza de CO2. Países desarrollados



Fuente: Software Eviews 6.0

De toda la variabilidad de CFOS, al tomar esta variable como endógena, se puede explicar en porcentajes mayores por su propia dinámica y por la dinámica de la variable CO2, que

toma mayor fuerza con el paso de los años. La variable CPIB, así como la variable POBLA, son significativas pero la explican en menor proporción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una de las conclusiones que se consideran más valiosas de este artículo es la descripción de la relación entre crecimiento económico y emisiones de CO₂. Hay muchos mitos en torno a este tema: Que los países más desarrollados son los que más contaminan; que los países en desarrollo pueden hacer un buen negocio “vendiendo” permisos de contaminación, entre otros. Este artículo muestra que la evidencia empírica, estudiada con adecuados instrumentos econométricos, contradice estas ideas dado que los países desarrollados pueden lograr mejores procesos productivos, mientras que los países en desarrollo pueden resultar mayores emisores de CO₂ derivado de su incipiente sistema productivo.

Al intentar analizar las condiciones de crecimiento de cada uno de los países de la muestra, teniendo en cuenta las características de su sistema productivo, no así lo que producen, sino sus niveles de desarrollo alcanzados, se logró observar que, como era de esperarse, en los países subdesarrollados el proceso de crecimiento económico ha sido lento y reciente. Una característica que tuvieron en común Colombia, Bolivia y Nigeria, es que por décadas han concentrado sus esfuerzos mayoritariamente en el sector primario, lo que, además de frenar y retrasar su crecimiento, también ha llevado a que las emisiones de CO₂ no hayan sido tan altas, ya que se trata de un sector que no es tan contaminante como el industrial. Por otro lado, se pudo ver que los países emergentes presentan un reciente y acelerado crecimiento.

Se trata de países que comenzaron por introducir en su sector agrícola maquinaria que les permitió ser mucho más productivos y así crecer rápidamente dirigiendo finalmente sus esfuerzos y utilidades hacia el fomento del sector industrial por medio de la innovación. Por último, los países desarrollados estudiados mostraron haber comenzado su proceso de crecimiento económico muchos años antes que los subdesarrollados y los emergentes. Además tuvieron un rápido

crecimiento debido a que supieron aprovechar las condiciones que se presentaban a su alrededor, como la Revolución Industrial y el fin de la Segunda Guerra Mundial. En estos países el sector servicios ha crecido considerablemente y se ha convertido en una de sus principales fuentes de ingresos, la cual no produce tan altas emisiones de CO₂ como el sector industrial.

Por otro lado, al examinar cómo incidió el crecimiento económico en las emisiones de CO₂, se encontró que el crecimiento económico no significó para todos los países un aumento constante de las emisiones, en algunos de ellos este mismo ayudó a crear las circunstancias para reducirlas y además lograr que la economía creciera mucho más rápido que éstas, como es el caso de Reino Unido, que logró reducir constantemente sus emisiones, las cuales llegaron a ser un 9.7% menores que las de 1980. La situación más crítica se presentó en los países emergentes, donde no solamente las emisiones de CO₂ crecieron de manera excesiva, como es el caso de la India donde en 29 años el crecimiento fue del 399%, sino que se encuentra una fuerte relación entre las tasas de crecimiento de ambas variables. Por el contrario, los países subdesarrollados presentaron un aumento no tan desmedido como el de los emergentes y finalmente los desarrollados tienen un crecimiento de emisiones mucho más moderado e incluso entre ellos se encuentra el único país que logró reducirlas: Reino Unido.

En cuanto al análisis de la evidencia de la relación entre el crecimiento económico y las emisiones de CO₂ se puede decir que, el volumen de CO₂ emitido para un mismo nivel de producción en los países desarrollados resultó ser cada día mayor, mientras que en los países emergentes tiende a disminuir y en los subdesarrollados no existe una tendencia definida, pues la relación es bastante cambiante con el paso de los años.

Es importante resaltar que, aunque los efectos para cada uno de los países difieren entre

sí, se encontraron resultados interesantes de manera grupal con las estimaciones económicas. En el caso de los países subdesarrollados, se llegó a que el crecimiento del PIB conlleva una disminución de las emisiones, las cuales a su vez crecen con el aumento de la población. Por otro lado, en los países emergentes el crecimiento económico supone mayores emisiones de CO₂, lo que se ve reflejado en el crecimiento acelerado de las emisiones que se ha observado en ellos, que por lo mismo han alcanzado niveles muy altos. Finalmente, se encontró que en los países desarrollados el crecimiento del PIB conlleva menores emisiones de CO₂, al igual que el incremento en el porcentaje de energía procedente de combustibles fósiles, pero el crecimiento poblacional ayuda a que las emisiones aumenten.

Con esto se puede llegar a la conclusión de que el crecimiento económico sí influye en las emisiones de CO₂. Esta influencia a nivel ambiental es perjudicial en casi todos los casos pero, confirmando lo planteado en la curva ambiental de Kuznets (1955), y como se logró ver en los resultados de la econometría del presente estudio, se llega a un punto donde el crecimiento económico empieza a ser favorable para que el crecimiento de las emisiones sea menor e incluso se logren reducir, mostrando que no todo el crecimiento económico implica un aumento desmedido de éstas y que sólo se requiere tener conciencia ambiental y reflejarla en compromisos y esfuerzos particulares.

La cooperación entre países de todos los niveles de desarrollo es fundamental para obtener buenos resultados en la reducción de las emisiones de CO₂. Se recomienda propagar el conocimiento sobre fuentes de energía renovables y facilitar el acceso a ellas, así como a nuevas tecnologías limpias a aquellos países que las necesiten, ya que esto puede llegar a ser muy productivo y benéfico para el medio ambiente.

Se deberían aplicar estrategias y acciones conjuntas en las que participen todos los países, ya que esto puede ser muy beneficioso para la reducción de las emisiones de CO₂ a nivel mundial, debido a que es fundamental que todos los países tengan el mismo nivel de compromiso para que el crecimiento de las emisiones en unos no opaque el esfuerzo por reducirlas de otros. Inclusive el aumentar la inversión en investigación en cuanto a las fórmulas para reducir dichas emisiones podría llegar a ser muy productivo en el largo plazo.

Para futuros estudios, sería muy enriquecedora la existencia y uso de cifras referentes a las emisiones de dióxido de carbono regionales dentro de cada país y de esta manera, haciendo análisis individuales con este tipo de cifras, se podría llegar a ver qué regiones de cada país aportan en mayor porcentaje a dichas emisiones y analizar qué aspectos en cada una de ellas, como la concentración de la población o de ciertos tipos de industria, pueden aclarar las verdaderas causas de las emisiones de CO₂ de cada economía en particular.

REFERENCIAS

Acosta, J. Et al. (2011) Los modelos de tasas de ahorro exógenas: El modelo de Solow. Universidad de La Laguna. Documento en línea. Disponible en internet: http://campusvirtual.ull.es/ocw/file.php/33/Tema1_Solow_macroiii_ULL_2011_12.pdf

Angulo, A. (2010) Relación entre crecimiento económico y medio ambiente: la U ambiental de Kuznets. DELOS. Desarrollo Local Sostenible. Revista Desarrollo Local Sostenible. Grupo Eumed.net y Red Académica Iberoamericana Local Global. Vol. 3, N° 8. Documento en línea. Disponible en inter-

net: <http://www.eumed.net/rev/delos/08/ajag.pdf>

Arias, E. & Torres, C. (2004) Modelos VAR y VECM para el pronóstico de corto plazo de las importaciones de Costa Rica. Banco Central de Costa Rica. Departamento de investigaciones económicas. Documento en línea. Disponible en inter-

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO INDUSTRIAL

net: http://bccr.hermes-soft.com/investigacioneseconomicas/metodoscuantitativos/Modelos_VAR_y_VECM.pdf

Artaraz, M. (202) Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. Documento en línea. Disponible en internet: <Http://www.um.es/gtiweb/adrico/medioambiente/tresdimensiones.htm>

Banco central de reserva del Perú. Glosario de términos económicos. Pág. 157. Documento en línea. Disponible en internet: <Http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Glosario/Glosario-BCRP.pdf>

Biasoto, G. et al. (2008) La economía brasileña en perspectiva histórica: de los años cincuenta a los ochenta del siglo XX. Fundación Cultural Hispano Brasileña. Marcial Pons. Madrid. Pág. 29.

Collantes, F. (2007) India: Colonialismo, pobreza y estrategias de desarrollo. Unizar. Documento en línea. Disponible en internet: http://www.unizar.es/departamentos/estructura_economica/personal/collantf/documents/India-Texto.pdf

Del río, P. Una nota analítica acerca de la relación entre desarrollo sostenible, crecimiento económico y sustentabilidad ambiental. Universidad de Castilla La Mancha. Documento en línea. Disponible en internet: <http://www.ucm.es/info/ec/jec7/pdf/com1-5.pdf>

Garay, L. (1998) Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996. Biblioteca Virtual. Biblioteca Luis Ángel Arango. Documento en línea. Disponible en internet: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/economia/industrialatina/indice.htm>

Informe Brundtland. (2006). Documento en línea. Disponible en internet: <http://desarrollosostenible.wordpress.com/2006/09/27/informe-brundtland/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (2001) Cambio climático. Informe de síntesis. Pág. 177. Documento en línea. Disponible en internet: <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

Banco Central de Reserva del Perú. Glosario de términos económicos. Pág. 157. Documento en línea. Disponible en internet: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Glosario/Glosario-BCRP.pdf>

Ledesma, J. La Economía de Mercado: Virtudes e Inconvenientes. El modelo de crecimiento de Solow. Enciclopedia Multimedia y Biblioteca Virtual de Economía – EMVI. Documento en línea. Disponible en internet: <http://isis.faces.ula.ve/computacion/emvi/18/jl-solow.htm>

Jacobs, M. (1996) La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la polí-

tica del futuro. Icaria, Barcelona, España.

Kumar, R. (2006) La India como potencia económica mundial: desafíos para el futuro. Anuario Asia Pacífico. Pág. 314. Documento en línea. Disponible en internet: http://www.anuarioasiapacifico.es/pdf/2006/025Rajiv_Kumar.pdf

López, R. (2006) Observatorio de Políticas Ambientales. 1978-2006. Editorial Aranzadi. Documento en línea. Disponible en internet: http://www.google.com.co/url?Sa=t&rct=j&q=legislacion%20ambiental%20reino%20unido&source=web&cd=5&cad=rja&ved=0ceyqfjae&url=http%3A%2F%2Fwww.ecodes.org%2Fcomponent%2Foption%2Ccom_phocadownload%2Fitemid%2C2%2Fdownload%2C4%2Fid%2C17%2Fview%2Ccategory%2F&ei=ghpwudyc ljsg9qtbmydgdw&usq=afqjcnh6n5fcysi4duz0ti9ai6opc6dvg&bvm=bv.45373924,d.ewu

Mijailov, M. (1997) La revolución industrial. Ed. Cometa de papel. Colombia.

Ministry of Environment and Forests (1986) The Environment (Protection) Act. Department of environment, forests and wildlife. Government of India. New Delhi. Documento en línea. Disponible en internet: http://envfor.nic.in/downloads/rules-and-regulations/eprotect_act_1986.pdf

Movimiento Político MIRA (2010) Contaminación ambiental en Colombia. Problemas ambientales, globales y nacionales. Documento en línea. Disponible en internet:<http://es.scribd.com/doc/28986010/Contaminacion-Ambiental-en-Colombia-Tomo1>

Sakisaka, M. (1963) Desarrollo de la economía japonesa después de la Segunda Guerra Mundial. Conferencia dicta-

da en la Sala de Actos de la Biblioteca Luis Ángel Arango el día 14 de Enero.

Sánchez, E. (2006) Energía convencional en India. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Nueva Delhi. Documento en línea. Disponible en internet:

[Http://www.icex.es/ficherosstaticos/auto/0806/Id%20502222%20NS%20India%20](http://www.icex.es/ficherosstaticos/auto/0806/Id%20502222%20NS%20India%20)

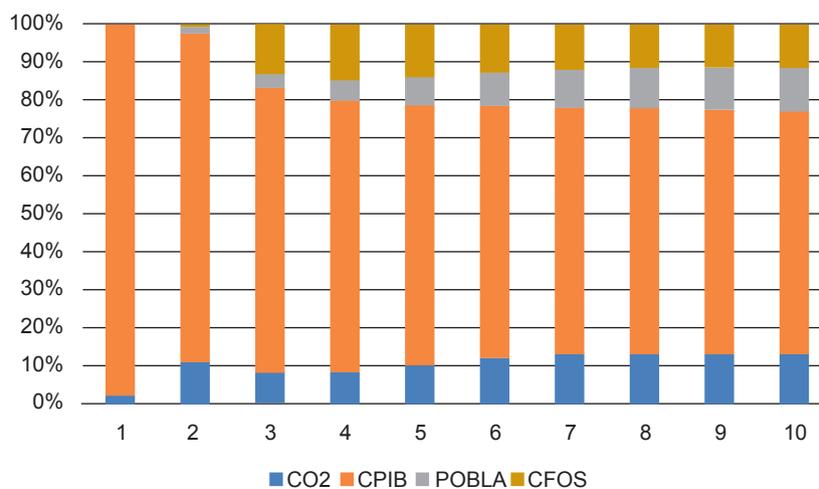
Energia%20Convencional_20917_.pdf

Watanabe, M. (2007) Política Ambiental del Japón. Conferencia pronunciada en la Universidad Nacional de Córdoba. Documento en línea. Disponible en internet: <http://www.docstoc.com/docs/892648/Politica-Ambiental-del-Japon>

ANEXOS

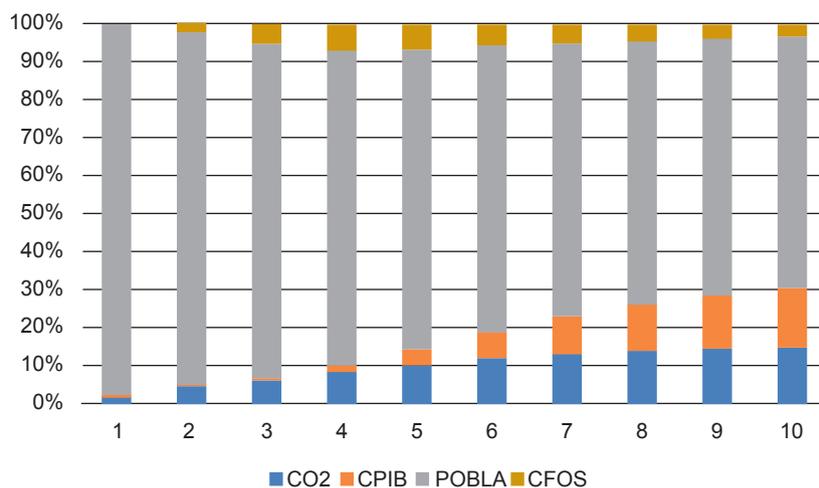
ANEXO A. RESULTADOS DESCOMPOSICIÓN DE VARIANZA GRUPO DE PAÍSES SUBDESARROLLADOS

Descomposición de la varianza de CPIB. Países subdesarrollados



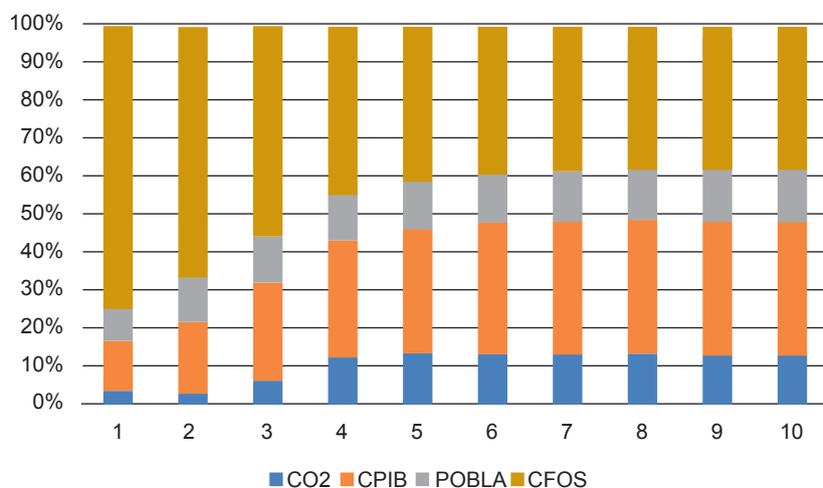
Fuente: Software eviews 6.0

Descomposición de la varianza de POBLA. Países subdesarrollados



Fuente: Software eviews 6.0

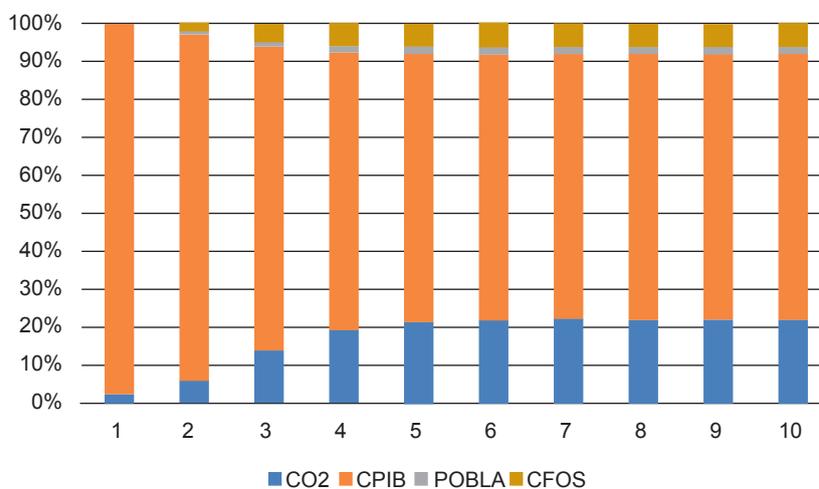
Descomposición de la varianza para CFOS. Países subdesarrollados



Fuente: Software eviews 6.0

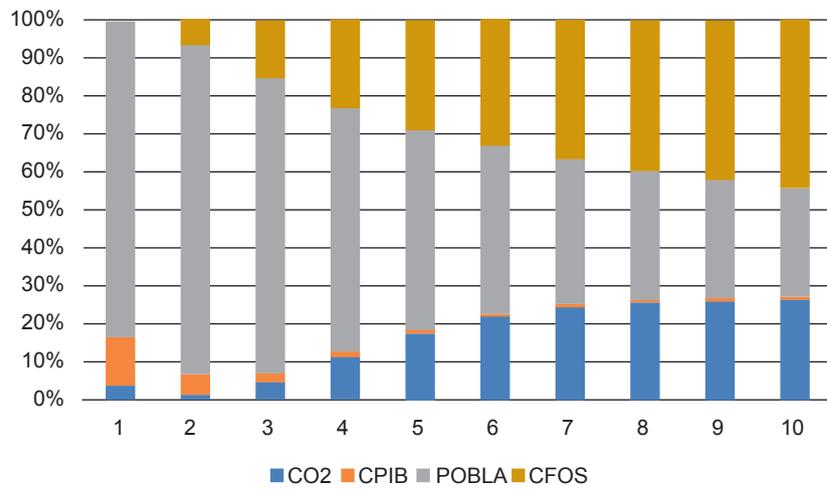
RESULTADOS DESCOMPOSICIÓN DE VARIANZA GRUPO DE PAÍSES EMERGENTES

Descomposición de la varianza de CPIB. Países emergentes



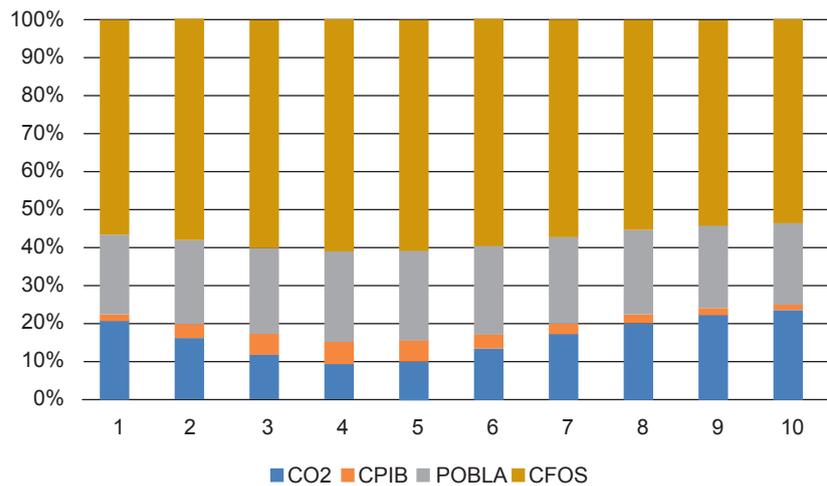
Fuente: Software Eviews 6.0

Descomposición de la varianza de POBLA. Países emergentes



Fuente: Software Eviews 6.0

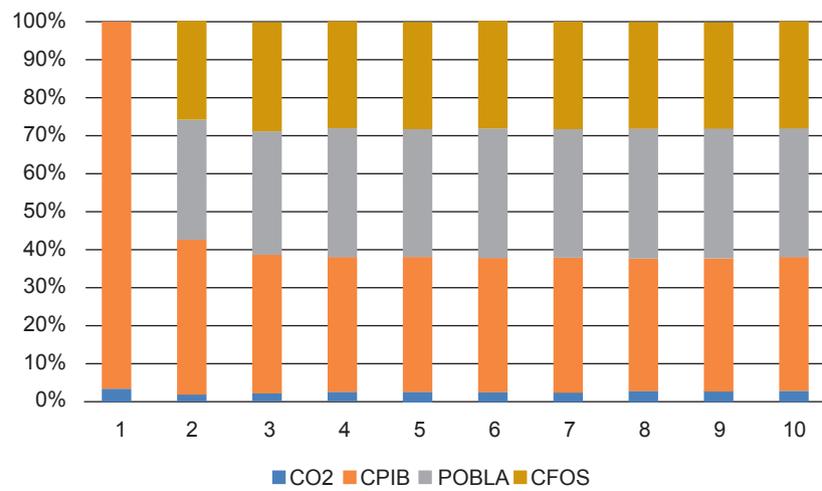
Descomposición de la varianza de CFOS. Países emergentes



Fuente: Software Eviews 6.0

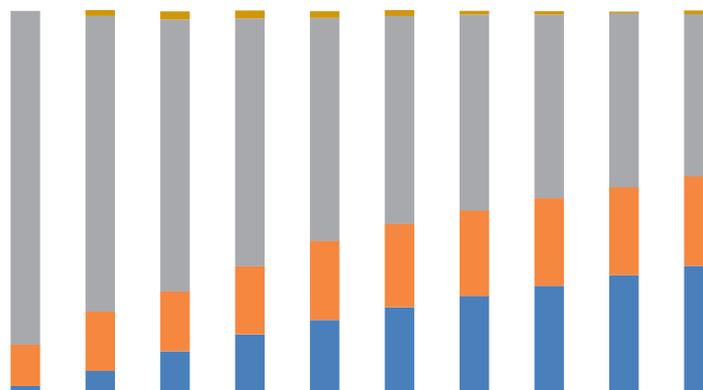
ANEXO C RESULTADOS DESCOMPOSICIÓN DE VARIANZA GRUPO DE PAÍSES DESARROLLADOS

Descomposición de la varianza de CPIB. Países desarrollados



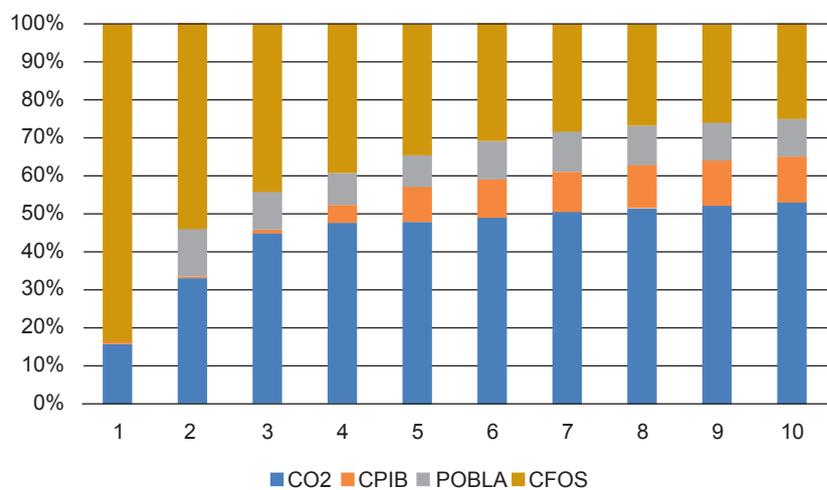
Fuente: Software Eviews 6.0

Descomposición de la varianza de POBLA. Países desarrollados



Fuente: Software Eviews 6.0

Descomposición de la varianza de CFOS. Países desarrollados



Fuente: Software Eviews 6.0