

Eficiencia técnica de la investigación y desarrollo, ciencia y tecnología, educación e innovación en países Latinoamericanos

Maritza Torres-Samuel¹, Carmen Luisa Vásquez Stanescu², Marisabel Luna-Cardozo², Amelec Viloria³, Tito Crissien³

mtorres@ucla.edu.ve, cvasquez@unexpo.edu.ve, mluna@unexpo.edu.ve, aviloria7@cuc.edu.co, rectoria@cuc.edu.co

¹ Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, 3001, Barquisimeto, Venezuela.

² Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, Av. Corpahuaico, 3001, Barquisimeto, Venezuela.

³ Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia.

Pages: 582–594

Resumen: Se analizan 15 países latinoamericanos considerando seis (6) factores que reflejan su progreso respecto a la investigación y desarrollo, ciencia y tecnología, educación e innovación. Estos factores son estudiados como entradas y salidas en un análisis de eficiencia técnica de sus economías usando análisis envolvente de datos. Para cada país se encuentra como entradas los aportes porcentuales del PIB para gastos de educación y de investigación y desarrollo y el número de universidades. Como salidas se tienen las exportaciones en servicios TIC y de alta tecnología y el índice global de innovación. Los datos fueron recopilados de las instituciones Banco Mundial, CEPAL, WIPO y el Ranking Web de Universidades. Se obtuvo que los países latinoamericanos presentan desempeños diferentes considerando el aporte del PIB para gastos de investigación y desarrollo, siendo este el principal insumo que contribuye con las exportaciones en alta tecnología en los países estudiados.

Palabras-clave: Latinoamérica, eficiencia, ciencias y tecnología, innovación, TIC, DEA.

Technical efficiency of research and development, science and technology and education and innovation in Latin American countries

Abstract: In this work were analyzed 15 Latin American countries considering six (6) factors that reflect their progress in research and development, science and technology and education and innovation. These factors are studied as inputs and outputs in a technical efficiency analysis of their economies using Data Envelopment Analysis. For each country, the inputs are: the percentage contributions of PIB for education, research and development expenses and the number of universities. As exits there are exports in ICT and high technology services and the global innovation index. The data were collected from the World Bank, CEPAL, WIPO institutions

and the University Web Ranking. It was obtained that Latin American countries have different performances considering the contribution of PIB for research and development expenses, being the main inputs that contributes to high-tech exports in the countries studied.

Keywords: Latin-American, efficiency, science and technology, innovation, TIC, DEA.

Lista de Abreviaturas y acrónimos

CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España
DEA	Análisis Envolvente de Datos, por sus siglas en inglés
DMU	unidades de toma de decisiones, por sus siglas en inglés
HT	Alta Tecnología, por sus siglas en inglés
I&D	Investigación y desarrollo
IPIBI&D	Porcentaje de PIB para I&D
IPIBEDU	Gasto público en educación
IPIBI&D	Gasto en investigación y desarrollo
IUNIPOB	Indicador que relaciona el número de Instituciones de Educación Superior con la población del país
OGIIRAN	Índice Global de Innovación
OTICEXP	Exportaciones de servicios de TIC
n	Número total de variables
p	Número de variables de entrada
POB	Población por país
TIC	Tecnología de la información y la comunicación
q	Número de variables de salida
UNIV	Instituciones de Educación Superior
WIPO	Comisión Económica para América Latina y el Caribe, por sus siglas en inglés

1. Introducción

Entre los factores imprescindibles para transitar hacia una economía competitiva basada en el conocimiento se encuentra la inversión destinada a la investigación y desarrollo (I&D) (Villanueva, 2019). Es así como los países asiáticos destinan más del 1% del Producto Interno Bruto (PIB) para gastos en este sector, incluso la República de Corea ha logrado alcanzar hasta el 3% (Baller, Dutta, & Lavin, 2016). Entre éstos, el crecimiento de las exportaciones de servicios en telecomunicaciones, informática y de información. Adicionalmente, destaca como una vía estratégica para lograr la competitividad, el acceso a los servicios de tecnología de la información y la comunicación (TIC), un mejor nivel de instituciones y de las inversiones, siendo determinante el PIB (Moreno, Maya, Méndez, & Aké, 2019), el acceso al internet, uso de tecnologías y las instituciones educativas (Salinas García & Montes Pimentel, 2016).

La Organización Mundial del Comercio (OMC) en su informe estadístico anual, ofrece un análisis detallado de la evolución reciente del comercio mundial, reportando las exportaciones de servicios por regiones de las telecomunicaciones, informática e información. Señala que en el año 2015 este sector de servicios crece rápidamente, especialmente en Costa Rica, convirtiéndose en el principal proveedor de servicios informáticos de América del Sur y Central, seguidos de Brasil y Argentina. Sin embargo, las cifras regionales son bajas para Latinoamérica (aproximadamente un 2,2%), siendo los líderes Europa (58,8%) y Asia (23,6%) (OMC, 2016). Para el año 2018, estas cifras cambian a Europa (57,1%), Asia (25,2%), América del Sur y Central y el Caribe (1,5%) (OMC, 2019), observándose una disminución en el volumen de exportaciones para Europa y América del Sur y el Caribe, afectando su competitividad y productividad. Por otro lado, el crecimiento de más de dos (2) puntos porcentuales del gigante asiático.

Es necesario explorar las políticas y directrices económicas de los países, donde la prestación de servicios, la infraestructura económica, salud y educación y el mantenimiento de un ambiente macroeconómico favorable, contribuyen para alcanzar altos niveles de competitividad (Medeiros, Conclaves, & Camragos, 2019), (Vásquez, Torres-Samuel, & Viloría, 2017), (Vásquez, y otros, 2018). En este marco, cabe preguntarse cuáles son los factores que contribuyen con las exportaciones en tecnología y, en consecuencia, mejoran el posicionamiento de los países como innovadores, donde ésta no se limita a las economías más avanzadas, tampoco a los sectores de alta tecnología (HT, por sus siglas en inglés), siendo un fenómeno global que afecta a todos los sectores de la economía (WIPO, 2018).

Entre los indicadores del desarrollo mundial publicados por el Banco Mundial (Banco Mundial, 2020), reunidos a partir de fuentes internacionales reconocidas oficialmente. Estos indicadores son importantes para los países, los cuales se han sido recopilados en el presente trabajo para realizar un análisis de eficiencia técnica de las inversiones del PIB y la educación en 15 países latinoamericanos y conocer sus contribuciones en la innovación y exportaciones en tecnología, aplicando para ello el método de Análisis Envoltante de Datos (DEA, por sus siglas en inglés). Las variables de entrada del estudio son:

- Aporte porcentual del PIB en educación.
- Aporte porcentual del PIB en I&D.
- Relación número de universidades y población.

Como salidas se incluyen:

- Exportación en los servicios de TIC.
- Exportación en HT.
- Índice Global de Innovación.

El artículo en su primera parte presenta la metodología empleada para la selección y recolección de variables y datos. Posteriormente, presenta los resultados logrados y la discusión académica. Los resultados muestran el desempeño de los países respecto a las exportaciones en tecnología y su desarrollo en innovación, por medio de cluster diferenciables.

2. Desarrollo

2.1. Selección de variables, países y datos para el análisis

Para el análisis de eficiencia técnica usando DEA se consideran los datos publicados de países latinoamericanos en bases reconocidas como el Banco Mundial, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (WIPO) y Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC), con datos completos para las seis (6) variables seleccionadas, que se muestran en la Tabla 1 y 2.

De 23 países revisados (Tabla 3), 15 contaban con los datos completos requeridos para los seis (6) indicadores en estudio (Tabla 4). En este sentido, se agruparon los países en dos (2) cluster, el primero conformado por ocho (8) miembros cuyo porcentaje de PIB para I&D (IPIBI&D) es superior al 0,2%. En el segundo, se encuentran siete (7) países con este porcentaje inferior a 0,2% (Tabla 4).

Etiqueta	Variable	Descripción	Año
IPIBEDU	Gasto público en educación (como % del PIB)	Gastos corrientes y de capital destinado a educación a cargo de la administración local, regional y nacional (CEPAL, 2020). La proporción del gasto público consagrado a la educación permite evaluar el énfasis de las políticas de gobierno con respecto al valor percibido de otras inversiones públicas. Adicionalmente, refleja el compromiso de un gobierno a invertir en el desarrollo del capital humano.	2003 -2018
IPIBI&D	Gasto en investigación y desarrollo (como % del PIB)	Gasto interno bruto en I&D, expresado como porcentaje del PIB. Estos gastos son en corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos, incluyendo los relacionados con la humanidad, la cultura y la sociedad y su el uso para nuevas aplicaciones, en los cuatro (4) sectores: empresa comercial, gobierno, educación superior y organizaciones privadas sin fines de lucro. La I&D abarca la investigación básica y la aplicada y el desarrollo experimental (Banco Mundial, 2020).	2013-2016
IUNIPOB	Indicador que relaciona el número de Instituciones de Educación Superior con la población del país	Indicador obtenido dividiendo el número de Instituciones de Educación Superior entre la Población total del país, multiplicado por 10^5 (Banco Mundial, Población Total, 2020). Número de Instituciones de Educación Superior (CSIC, 2020). Población Total (Banco Mundial, Población Total, 2020).	2019 2017

Tabla 1 – Variables de entrada para el análisis de eficiencia

Etiqueta	Variable	Descripción	Año
OHTEXP	Exportaciones de Alta Tecnología (% de exportaciones)	Las exportaciones de alta tecnología son productos con alta intensidad de I&D, tales como investigación aeroespacial, productos de computación y farmacéuticos, instrumentos científicos y maquinaria eléctrica (Banco Mundial, World Development Indicator: Science and Technology, 2020).	2018
OTICEXP	Exportaciones de servicios de TIC (% de exportaciones de servicios, balanza de pagos)	Las exportaciones de servicios de TIC incluyen servicios de comunicaciones y computación (servicios de telecomunicaciones y de correo postal y mensajería) y servicios de información (datos electrónicos y operaciones de servicios relativos a la transmisión de noticias) (Banco Mundial, Exportaciones de servicios de TIC, 2020)	2017
OGIIRAN	Índice Global de Innovación	El Índice Mundial de Innovación proporciona indicadores detallados de los resultados en 127 países y economías de todo el mundo mediante el uso de 81 indicadores agrupados en las dimensiones: Instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación del mercado, sofisticación empresarial, conocimiento y productos tecnológicos y creativos (WIPO, 2018).	2017

Tabla 2 – Variables de salida para el análisis de eficiencia

PAÍS	CÓD	POB	UNIV	UNIPOB	PIBEDU	Año PIBEDU	PIBI&D	Año PBI&D	TICEXP	HTEXP	GIIRAN
Argentina	ARG	44044811	116	0,26	05,5	2017	0,53	2016	13,23	5,3	32
Brazil	BRA	207833831	1369	0,66	06,2	2015	1,27	2016	06,34	13	33,1
Colombia	COL	48901066	283	0,58	04,5	2017	0,27	2016	04,07	7,3	34,78
Chile	CHL	18470439	139	0,75	05,4	2017	0,36	2016	03,45	6,4	38,7
Mexico	MEX	124777324	1176	0,94	04,9	2016	0,49	2016	00,29	21	35,79
Peru	PER	31444297	175	0,56	03,9	2017	0,12	2016	02,11	4,6	32,9
Bolivia	BOL	11192854	55	0,49	07,3	2014	SD	SD	04,66	4,9	25,64
Uruguay	URY	3436646	40	1,16	04,9	2017	0,41	2016	07,55	7,2	34,53
Cuba	CUB	11339259	28	0,25	12,8	2010	0,35	2016	SD	SD	SD
Costa Rica	CRI	4949954	59	1,19	07,4	2017	0,46	2016	14,64	18,5	37,09
Paraguay	PRY	6867062	39	0,57	03,4	2016	0,15	2016	01,38	9,7	30,3
República Dominicana	DOM	10513131	40	0,38	02,0	2007	SD	SD	01,62	8,6	31,17
Ecuador	ECU	16785361	62	0,37	05,0	2015	0,44	2014	01,93	5,3	29,14
Panamá	PAN	4106771	28	0,68	03,2	2011	0,06	2013	02,21	9,2	34,98
El Salvador	SLV	6388122	37	0,58	03,8	2017	0,15	2016	08,00	6,1	26,68
Honduras	HND	9429013	16	0,17	06,0	2017	0,01	2015	09,54	3,1	26,36
Nicaragua	NIC	6384855	42	0,66	04,3	2017	0,11	2015	11,17	0,7	SD

PAÍS	CÓD	POB	UNIV	UNIPOB	PIBEDU	Año PIBEDU	PIBI&D	Año PBI&D	TICEXP	HTEXP	GIIRAN
Haití	HTI	10982366	15	0,14	02,4	2016	SD	SD	04,98	SD	SD
Trinidad y Tobago	TTO	1384072	12	0,87	03,1	2003	0,09	2016	01,47	0,1	29,75
Venezuela	VEN	29390409	66	0,22	06,9	2009	0,12	2016	SD	SD	SD
Guatemala	GTM	16914936	20	0,12	02,8	2017	0,03	2015	08,85	5,3	27,9
Puerto Rico	PRI	3325001	39	1,17	SD	SD	0,43	2015	SD	SD	SD
Jamaica	JAM	2920853	22	0,75	5,4	2018	SD	SD	03,63	SD	30,36

Tabla 3 – Data de los países latinoamericanos

		Entradas			Salidas		
	PAÍS	IUNIPOB	IPIBEDU	IPIBI&D	OTICEXP	OHTEXP	OGIIRAN
Cluster 1 PIB I&D ≥ 0,2%	BRA	0,66	6,2	1,27	6,34	13	33,1
	ARG	0,26	5,5	0,53	13,23	5,3	32
	MEX	0,94	4,9	0,49	0,29	21	35,79
	CRI	1,19	7,4	0,46	14,64	18,5	37,09
	ECU	0,37	5	0,44	1,93	5,3	29,14
	URY	1,16	4,9	0,41	7,55	7,2	34,53
	CHL	0,75	5,4	0,36	3,45	6,4	38,7
	COL	0,58	4,5	0,27	4,07	7,3	34,78
Cluster 2 PIB I&D < 0,2%	PRY	0,57	3,4	0,15	1,38	9,7	30,3
	SLV	0,58	3,8	0,15	8,00	6,1	26,68
	PER	0,56	3,9	0,12	2,11	4,6	32,9
	TTO	0,87	3,1	0,09	1,47	0,1	29,75
	PAN	0,68	3,2	0,06	2,21	9,2	34,98
	GTM	0,12	2,8	0,03	8,85	5,3	27,9
	HND	0,17	6	0,01	9,54	3,1	26,36

*SD: Sin datos publicados.

*Países resaltados en color gris se descartaron del análisis por no presentar en las bases de datos consultadas datos completos para realizar el análisis de eficiencia con las variables consideradas.

Tabla 4 – Países seleccionados y conformación de los dos (2) cluster de análisis

En la Figura 1 se aprecian la distribución de los países en los cuadrantes de relación IPIBI&D con el %PIB en educación (IPIBEDU), Universidades según la población (IUNIPOB) y el Índice Global de Innovación (OGIIRAN). Los cuadrantes superiores corresponden a los países del cluster 1 y los inferiores al cluster 2. Se realizaron tres (3) análisis por cluster, correspondientes a la eficiencia de los países al usar los tres (3) insumos respecto a cada variable de salida.

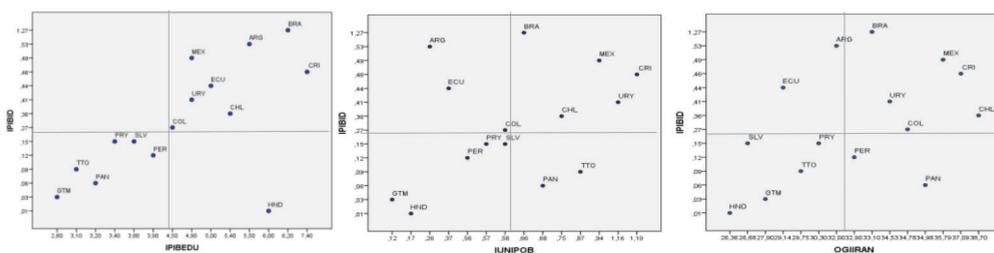


Figura 1 – Representación en cuadrantes del aporte porcentual a I&D de los países latinoamericanos respecto: (a) Aporte %PIB a la Educación, (b) Universidades de acuerdo a la población del país y, finalmente, (c) Índice Global de Innovación

2.2. Medición de la eficiencia y el Análisis Envolvente de Datos (DEA)

El DEA es una aplicación de métodos de programación lineal, empleado para medir la eficiencia relativa de unidades organizativas que presentan las mismas metas y objetivos. Esta técnica fue desarrollada inicialmente por (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978), quienes se basaron en un trabajo preliminar de (Farrell, 1957). Las unidades de análisis en el DEA se denominan unidades de toma de decisiones (DMU, por sus siglas en inglés). Para el presente trabajo cada país representa una única DMU.

La aplicación del DEA requiere la selección de variables de entrada y de salida. Se seleccionaron de cada país indicadores sobre el aporte porcentual del PIB en Educación e I&D (ver Tabla 1). Como variables de salidas se recopila los indicadores sobre exportaciones en TIC y en HT, además del Indicador Global de Innovación (ver Tabla 2). La aplicación de la técnica DEA requiere que las DMU seleccionadas deben ser homogéneas, para que se puedan comparar, y lo suficientemente heterogéneas, para que se pueda extraer información de la comparación. Tener alguna capacidad para gestionar los recursos que disponen y ser su número suficiente para no limitar la capacidad discriminatória del análisis (Coll & Blasco, 2006).

En cuanto a la adecuación entre el número total de variables (n) y DMU, se aplica la regla que debe cumplirse que $n \leq p \times q$, donde p es el número de variables de entradas y q de salida. Para el presente caso se tiene que para los seis (6) análisis realizados $3 \times 1 < 8$ (cluster 1) y $3 \times 1 < 7$ (Murias-Fernández, 2004). Para el análisis de eficiencia se aplica el modo de optimización BCC (Banker, Charnes, & Cooper, 1984) con retornos variables, orientado a maximizar la salida. Es decir, maximizar las exportaciones en servicios tecnológicos y el posicionamiento en el index de innovación dado las entradas. Este modo de optimización es flexible, impone mínimas condiciones a la función de producción, asumiendo la hipótesis de rendimientos variables a escala, con el cual obtendremos una medida de la Eficiencia Técnica Pura. Para el análisis de eficiencia se utiliza el software *Analyst Frontier*[®] de *Banxia*

3. Resultados

En primer lugar, previo al análisis de eficiencia, se caracterizan los países en estudio. En la Figura 1 se aprecian grupos diferenciables en torno a la inversión que realizan para el

gasto en I&D, dando lugar a los dos (2) cluster analizados en el presente trabajo, a fin de aplicar el análisis de eficiencia con grupos de unidades (países) homogéneos entre sí. Por otra parte, se observa una importante correlación (0,605 Pearson) entre los aportes para I&D (IPIBID) y para la educación (IPIBEDU) (Figura 1). Adicionalmente, destacan Brasil, México, Costa Rica, Chile, Uruguay y Colombia, al coincidir en el cuadrante superior derecho, evidenciando una relación entre los aportes en I&D y la proporción de universidades/población, así mismo con el Índice Global de Innovación.

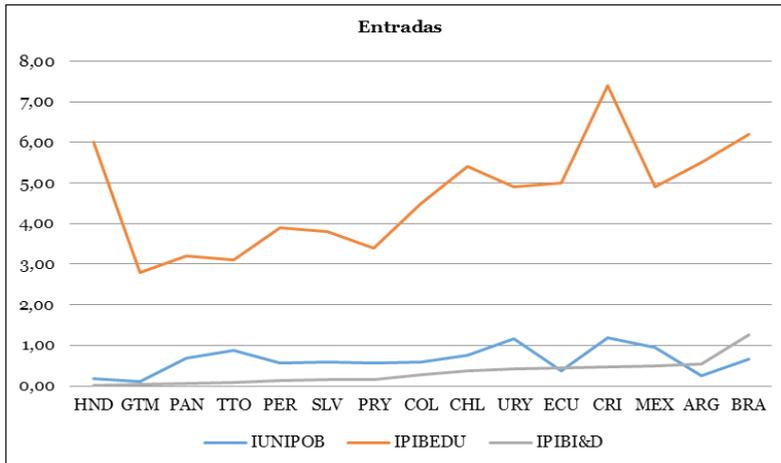


Figura 2 – Entradas de los países latinoamericanos analizados

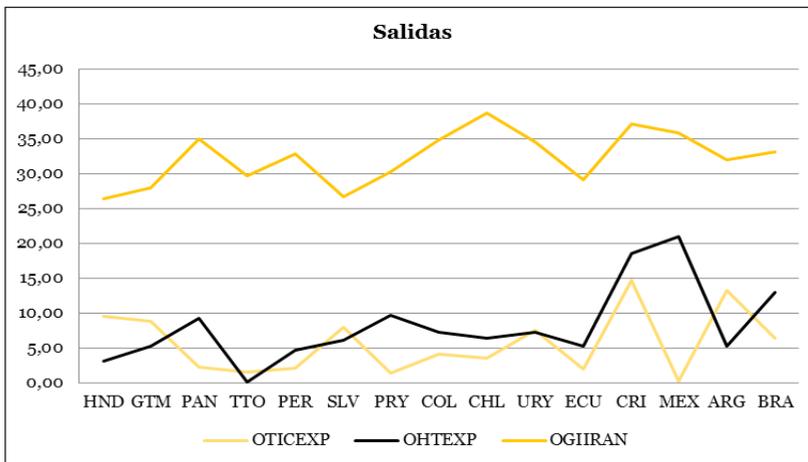


Figura 3 – Salidas de los países latinoamericanos analizados

Respecto a las variables de entrada y salida país (ver Figuras 2 y 3), se tiene que Brasil es el único país latinoamericano con un %PIB para I&D superior al 1%. Sin embargo,

las exportaciones en TIC y HT no son los más altos de la región. Costa Rica, Brasil, Chile, Argentina y Honduras destacan por sus aportes a la educación por encima del 5% del PIB. Respecto al Índice Global de Innovación, Chile y Costa Rica lideran el ranking latinoamericano.

En cuanto a las correlaciones de Pearson, dentro de cada cluster (ver Tabla 5), se observan diferencias significativas en el comportamiento de las variables en ambos grupos de países. En el cluster 1 se aprecian correlaciones positivas relevantes entre IPIBEDU y OTICEXP (0,695), IUNIPOB y OHTEXP (0,603), IUNIPOB y OGIIRAN (0,659). En el segundo cluster, destacan importantes correlaciones negativas entre OTICEXP y OGIIRAN (-0,786), OTICEXP y IUNIPOB (-0,807), y una correlación positiva entre IUNIPOB y IPIBID (0,602)

Cluster	IPIBEDU	IPIBID	OTICEXP	OHTEXP	OGIIRAN	IUNIPOB	
1	IPIBEDU	1	,397	,695	,463	,261	,346
	IPIBID	,397	1	,089	,241	-,242	-,102
	OTICEXP	,695	,089	1	,023	,069	,137
	OHTEXP	,463	,241	,023	1	,408	,603
	OGIIRAN	,261	-,242	,069	,408	1	,659
	IUNIPOB	,346	-,102	,137	,603	,659	1
2	IPIBEDU	1	-,334	,469	-,247	-,419	-,423
	IPIBID	-,334	1	-,501	,312	,157	,602
	OTICEXP	,469	-,501	1	-,182	-,786*	-,807*
	OHTEXP	-,247	,312	-,182	1	,395	-,032
	OGIIRAN	-,419	,157	-,786*	,395	1	,527
	IUNIPOB	-,423	,602	-,807*	-,032	,527	1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabla 5 – Correlación de Pearson de las variables Inputs y Outputs

En segundo lugar, se reportan a continuación los resultados del análisis de eficiencia de los países dentro de cada cluster, además de las contribuciones de las entradas en la eficiencia. En la Tabla 6 se observa que Argentina, Ecuador, Colombia, Honduras y Guatemala son los países que resultaron 100 por ciento eficientes en los tres (3) análisis realizados en cada cluster. Adicionalmente, en el cluster 1, México muestra ser eficiente en las exportación de HT y Costa Rica lo es respecto a las exportaciones en servicios TIC, coincidiendo esto con lo reportado por la OMC en su informe del 2016 (OMC, 2019). Así mismo, Chile corrobora su eficiencia y liderazgo en la Innovación (Quiroga-Parra, Torrent-Sellens, & Murcia Zorrilla, 2017). Respecto al cluster 2, Panamá es eficiente con las exportaciones de HT y confirma su alto desempeño en Innovación. Finalmente, Paraguay resulta eficiente en las exportaciones de HT.

PAÍS	OTICEXP	OHTEXP	OGIIRAN
BRA	46%	90%	89%
ARG	100%	100%	100%
MEX	4%	100%	98%
CRI	100%	96%	96%
ECU	100%	100%	100%
URY	98%	45%	95%
CHL	42%	49%	100%
COL	100%	100%	100%
Eficiencia Promedio	74%	85%	97%

(a) Cluster 1

PAÍS	OTICEXP	OHTEXP	OGIIRAN
HND	100%	100%	100%
GTM	100%	100%	100%
PAN	25%	100%	100%
TTO	17%	1%	90%
PER	23%	50%	99%
SLV	88%	63%	79%
PRY	15%	100%	90%
Eficiencia Promedio	53%	73%	94%

(b) Cluster 2

Tabla 6 – Eficiencia de los países de cada cluster, respecto al uso de los insumos en cada variable salida*.

Finalmente, en las Figuras 4 y 5 se presentan las contribuciones de los insumos resultantes de los países 100% eficientes, respecto a cada una de las variables de salida. En ambos cluster, se observa que el %PIB para I&D es el principal insumo que contribuye con las exportaciones en HT. Respecto a las exportaciones en TIC y posicionamiento en Innovación se aprecian diferencias en las contribuciones de los insumos. Para los países del cluster 1 es determinante el aporte en educación. Por otro lado, para el cluster 2, contribuye el %PIB para I&D, conjuntamente con el número de universidades de los países.

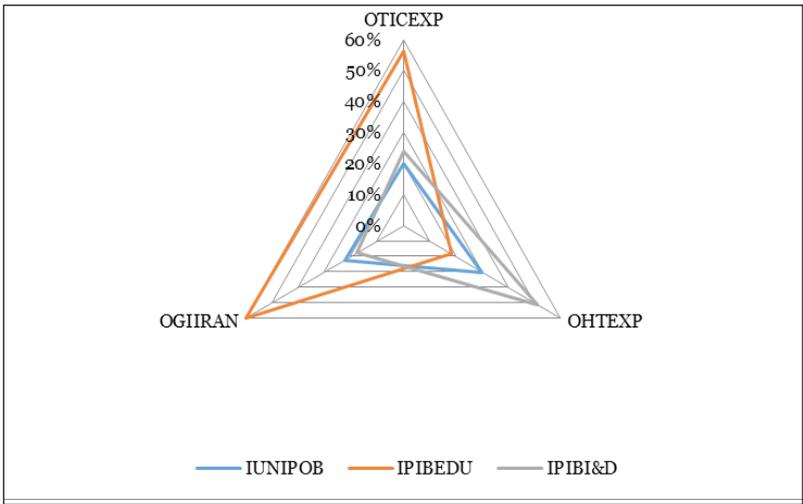


Figure 4 – Contribución de los insumos de los países 100% eficientes en el cluster 1, respecto a las exportaciones y al índice de innovación

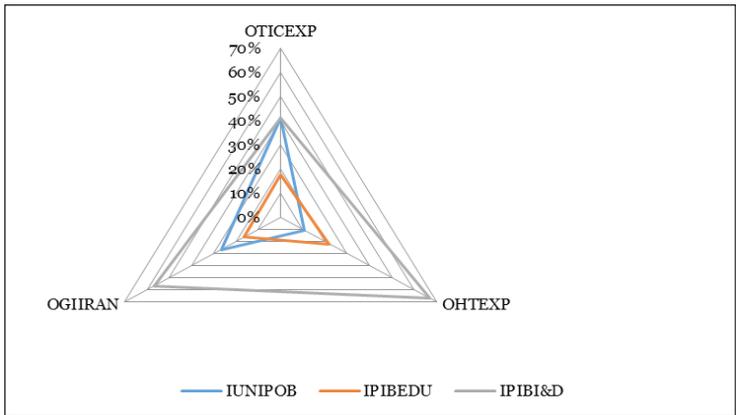


Figure 5 – Contribución de los insumos de los países 100% eficientes en el cluster 1, respecto a las exportaciones y al índice de innovación

4. Conclusiones

Se ha analizado la eficiencia técnica usando el método DEA, en 15 países latinoamericanos respecto a seis (6) indicadores sobre investigación y desarrollo, ciencia y tecnología, educación e innovación. Como entradas se consideraron los aportes porcentuales del PIB para gastos de educación y de investigación y desarrollo, así como un indicador sobre número de universidades respecto a la población del país. Como salidas se encuentran las exportaciones en servicios de TIC, de alta tecnología y el índice global de innovación.

Estos países se agruparon en dos (2) cluster, para que sean unidades homogéneas de análisis.

Los países latinoamericanos presentan desempeños diferentes en los dos (2) cluster diseñados para el análisis, a partir del aporte del PIB para gastos de investigación y desarrollo y de educación y la relación entre el número de universidades y la población. Como salidas de consideran las exportaciones de servicios de TIC y en alta tecnología y el índice global de innovación en los 15 países latinoamericanos estudiados. En este se encuentra divergencias respecto a las eficiencias para las exportaciones de TIC y el posicionamiento en Innovación.

Respecto a la eficiencia de los países, Argentina, Ecuador, Colombia, Honduras y Guatemala resultaron 100 por ciento eficientes en los tres (3) análisis realizados en cada cluster.

Referencias

- Baller, S., Dutta, S., & Lavin, B. (2016). The Global Information Tecnology Report 2016. *Innovating in the Digital Economy*. On Line: http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 4(8), 130-143, On Line: <http://rfcca.umich.mx/index.php/rfcca/article/view/126>.
- CEPAL (s.f.). *CEPALSTAT. Base de Datos Y Publicaciones Estadísticas*. On Line: <https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/PerfilesNacionales.html?idioma=spanish>
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal Of Operational Reserach*, 2, 429-444.
- Coll, V., & Blasco, O. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. Valencia, España: Universidad de Valencia, 202 pp.
- OMC (2016). *Exámen estadístico del comercio mundial 2016*. On Line: https://www.wto.org/spanish/res_s/statis_s/wts2016_s/wts2016_s.pdf
- CSIC (2020). *Ranking Web de Universidades, Latinoamerica*. On Line: <http://www.webometrics.info/es>
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120, Part III, 253-290.
- Medeiros, V., Conclaves, G. L., & Camragos, T. E. (2019). La competitividad y sus factores determinantes: un análisis para países en desarrollo. *Revista de la CEPAL*, N° 129. 7-27.
- Moreno, E., Maya, I. C., Méndez, A. S., & Aké, S. C. (2019). Factores determinantes de las exportaciones de servicios de telecomunicaciones, informática y de información. *Revista de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas*, 4(8), 130-143, OnLine: <http://rfcca.umich.mx/index.php/rfcca/article/view/126>.

- Banco Mundial (2020). *Exportaciones de servicios de TIC*. On Line: . <https://datos.bancomundial.org/indicador/BX.GSR.CCIS.ZS>
- Banco Mundial (2020). *Población Total*. On Line: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>
- Banco Mundial (2020). *World Development Indicator: Science and Technology*. On Line: <http://wdi.worldbank.org/table/5.13#>
- Banco Mundial (2020). *Indicadores del desarrollo mundial (IDM)*. On Line: <https://databank.bancomundial.org/reports.aspx?source=2&series=BX.GSR.CCIS.ZS&country=#>
- Murias-Fernández, P. (2004). *Metodología de aplicación del análisis envolvente de datos: evaluación de la eficiencia técnica en la Universidad de Santiago de Compostela*. Santiago de Compostela: Tesis Doctoral. Uinversidad de Santiago de Compostela.
- OMC (2019). *Exámen estadístico del comercio mundial 2019*. Organización Mundial del Comercio. On Line: https://www.wto.org/spanish/res_s/statis_s/wts2019_s/wts2019_s.pdf
- Quiroga-Parra, d., Torrent-Sellens, J., & Murcia Zorrilla, C. P. (2017). Usos de las TIC en América Latina: una caracteización. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 25(2), 289-305. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052017000200289>.
- Salinas García, R., & Montes Pimentel, D. (2016). El desarrollo del sector software en América Latina y Asia. *Relaciones Internacionales*, 89 (1), 151-169. OnLine: <https://doi.org/10.15359/ri.89-1.7>. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ri/article/view/8424>.
- Vásquez, C., Torres-Samuel, M., & Viloria, A. (2017). Public Policies in Science and Technology in Latina American Contries with Universities in The TOP100 of Webometrics. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12 (11). 2963 – 2965.
- Vásquez, C., Torres-Samuel, M., Viloria, A., Crissien, T., Valera, N., Gaitán-Ángulo, M., & Lis-Gutierrez, J. (s.f.). Visibility of reserch in universities: the triada producto-reserch-instituto. Case: Latin American Contries. *International Conference on Data Mining and Big Data (pp. 225-234)*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93803-5_21. On Line: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-93803-5_21
- Villanueva, J. (2019). La “gestión del conocimiento”: el desafío de las nuevas ideas económicas. *Ensayos de Política Económica*, 1(2), 143-153. On Line: <http://revistas.uca.edu.ar/index.php/ENSAYOS/article/view/2454>
- WIPO (2018). *Global Innovation Index 2017*. On Line: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4193>

© 2020. This work is published under <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>(the “License”). Notwithstanding the ProQuest Terms and Conditions, you may use this content in accordance with the terms of the License.