

EFICIENCIA COMPETITIVA DE LOS CANTONES EN COSTA RICA: ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD CANTONAL BASADO EN MODELOS FRONTERA NO-PARAMÉTRICOS

EFFICIENCY ASSESSMENT OF COSTA RICA'S COUNTIES: A NON-PARAMETRIC ANALYSIS OF THE COUNTY COMPETITIVENESS INDEX

This study employs a Data Envelopment Analysis (DEA) model with a single constant input to scrutinize the competitive efficiency of Costa Rican counties for the year 2016. By using the seven dimensions (pillars) of the County Competitiveness Index (ICC) as outputs of the proposed non-parametric production function, the efficiency results indicate that, on average, Costa Rican counties can improve their competitive efficiency 56.84%. The findings suggest that the configuration of competitive pillars has significant implications for efficiency assessments. For more developed regions with urban agglomerations, competitive pillars related to infrastructure, employment, quality of life and innovation are relevant policy priorities shaping competitive efficiency; while employment and quality of life indicators are the main pillars explaining the competitive efficiency in less developed regions. The County Competitiveness Index is a valuable instrument to monitor counties' competitive performance, and the proposed analytical approach –i.e., DEA model– may offer useful information to policy observers on what strategic actions can help to optimize resource allocation policies and, subsequently, county competitiveness.

KEYWORDS: Regional competitiveness, index numbers, ICC, data envelopment analysis, public policy

ABSTRACT

Este estudio emplea un modelo de Análisis Envoltante de Datos (DEA) con un único *input* constante para analizar la eficiencia competitiva de los cantones costarricenses para el año 2016. Los resultados de eficiencia, como frutos del análisis de las siete dimensiones (pilares) del Índice de Competitividad Cantonal (ICC) como *outputs* de la función de producción no-paramétrica propuesta en este trabajo, indican que, en promedio, los cantones costarricenses pueden mejorar su eficiencia competitiva un 56,84%. Además, los resultados sugieren que la configuración de pilares competitivos tiene importantes implicaciones para la evaluación de eficiencia. En provincias relativamente más desarrolladas, que presentan aglomeraciones urbanas, los pilares competitivos relacionados con las infraestructuras, el empleo, la calidad de vida y la innovación, son las principales prioridades en el diseño de políticas de apoyo que explican el resultado de la eficiencia competitiva; mientras que los indicadores de empleo y calidad de vida son los principales pilares que explican la eficiencia competitiva en las provincias menos desarrolladas. El ICC es un instrumento valioso para monitorear el desempeño competitivo de los cantones, mientras que el enfoque analítico propuesto basado en un modelo DEA puede ofrecer información útil a los observadores de políticas de apoyo que permita identificar qué acciones estratégicas pueden ayudar a optimizar las políticas de asignación de recursos y, como resultado, la competitividad de los cantones.

PALABRAS CLAVE: Competitividad regional, números índice, ICC, eficiencia cantonal, data envelopment analysis, políticas de apoyo

RESUMEN

Manuel Araya Solano

Candidato a Doctor. Escuela de Administración de Empresas, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

manarsolcr@gmail.com

ARTÍCULO RECIBIDO:

09 / 07 / 2019

ARTÍCULO ACEPTADO:

07 / 10 / 2019

TEC EMPRESARIAL

VOL. 13 NO. 3, PP. 78-92

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se centra en el análisis de números índice diseñados para evaluar la competitividad a nivel cantonal en Costa Rica. Desde una perspectiva económica, es incuestionable que el funcionamiento de la administración pública tiene un efecto sobre el desempeño económico y social a nivel local. Las administraciones locales –en el caso de Costa Rica, municipios– se enfrentan a distintas condiciones ambientales de naturaleza social, demográfica, económica, política, financiera, geográfica e institucional, entre otras. Estos factores ambientales pueden tener un gran impacto en los niveles de eficiencia empresarial (Balaguer-Coll, Prior y Tortosa-Ausina, 2007; Narbón-Perpiñá y De Witte, 2018).

En términos generales, los esfuerzos académicos orientados a medir la competitividad territorial mediante números índice enfatizan el carácter sistémico de este constructo. A escala global, el referente es el Foro Económico Mundial (www.weforum.org) a través de su medida de competitividad a nivel país creada en 1979 (Global Competiveness Index, GCI). En este sentido, este foro define competitividad “como el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país” (WEF, 2017, pp. 317).

De forma similar, en otros ámbitos se han realizado esfuerzos a nivel país para generar números índice que permitan conocer la calidad del marco institucional que da soporte a la actividad emprendedora (Acs, Autio y Szerb, 2014; Acs, Szerb, Lafuente y Lloyd, 2019), y estimar cómo el ecosistema emprendedor afecta la productividad de los países (Lafuente, Szerb y Acs, 2016; Lafuente, Acs, Sanders y Szerb, 2019).

A pesar del creciente interés por la competitividad territorial, los académicos reconocen las dificultades para operacionalizar este constructo a nivel de país (Narbón-Perpiñá y De Witte, 2018). En aplicaciones prácticas, la mayoría de estudios utiliza números índice (i.e. agregación de distintas variables) para equipar a los responsables de la formulación de políticas públicas con medios para comprender la contribución de distintos aspectos territoriales a su competitividad.

En el caso concreto de Costa Rica, Ulate, Madrigal, Ortega y Jiménez (2012) proponen un índice de competitividad cantonal que incluye treinta y ocho variables agrupadas en siete pilares competitivos. El ICC tiene propiedades muy atractivas que avalan su capacidad para medir la competitividad cantonal, donde destaca la inclusión de elementos económicos, demográficos, así como de gestión municipal en el cómputo del índice.

Con frecuencia, académicos y analistas de políticas públicas utilizan números índice para clasificar y hacer comparaciones entre territorios. Los méritos del índice ICC residen en su poder comunicativo, así como en su capacidad para condensar mucha información relevante que puede utilizarse para implementar políticas específicas que ayudan a mejorar el nivel de competitividad cantonal en el país. A pesar de la validez y la capacidad informativa de los números índice (incluido el índice ICC), identificar el número índice ideal es una tarea difícil y algunas veces controvertida. Los números índice compilan un conjunto de variables individuales en un solo indicador para proporcionar una medida del constructo multidimensional analizado (Cherchye, Moesen, Rogge y Puyenbroeck, 2007).

Sin embargo, evaluar la competitividad territorial mediante la elaboración de perfiles cantonales basados en el promedio de los siete pilares o subíndices que forman el ICC puede ofrecer material limitado para fines analíticos. En este sentido, el resultado del ICC apunta al grado de logro del *output* deseado (competitividad), bajo el supuesto de pesos fijos (w) e independientes de la configuración de los siete pilares (y) que forman el índice para cada cantón (i), esto es: $ICC_i = \sum w_{ki}y_i \forall w_{ki} = 1/7$. Esto implica que el índice analizado no da una indicación del valor máximo que el índice puede alcanzar en un determinado cantón.

A pesar de la validez del ICC, la selección de los pesos para cada subíndice es un reto importante en la construcción de números índice y es a menudo fuente de debate a la hora de evaluar los resultados (Grupp y Schubert, 2010; Liu, Zhang, Meng, Li, y Xu, 2011). Los territorios, cantones incluidos, tienen diferentes dotaciones de factores de producción y la distribución heterogénea de estos factores productivos condiciona las elecciones de políticas asociadas con la asignación de recursos en la economía a través de las políticas

públicas. En el caso concreto del ICC, para cada cantón, los siete pilares probablemente evolucionan en diferentes direcciones, por lo que el análisis del ICC bien podría no ser suficiente para analizar la competitividad cantonal en Costa Rica. Por lo tanto, los cantones con diferentes prioridades de políticas de apoyo e inversión pueden lograr el mismo resultado para cualquier subíndice, y la heterogeneidad de las variables del ICC puede oscurecer la evaluación general de los resultados de competitividad cantonal.

Por lo tanto, en el contexto de este estudio, es relevante preguntarse cómo cambiarían los resultados del análisis del ICC cuando se toma en consideración la configuración de los siete subíndices. Además, y debido a que la importancia relativa de los subíndices que forman el ICC varía de un cantón a otro, es necesario generar un análisis que tenga en cuenta las distintas prioridades de política pública a la hora de evaluar el desempeño competitivo cantonal.

Para responder a estas preguntas, el objetivo principal de este estudio es analizar el nivel de eficiencia competitiva cantonal mediante la aplicación de técnicas de eficiencia no paramétricas, esto es el Análisis Envolvente de Datos (DEA por sus siglas en inglés: Data Envelopment Analysis), con el fin de incorporar en el análisis las variaciones relacionadas con la mayor disponibilidad de recursos que caracteriza los ecosistemas cantonales. Contrariamente a los enfoques paramétricos (e.g., frontera estocástica o modelos de regresión), la naturaleza flexible de los modelos DEA, que no impone supuestos sobre la función de distribución de los datos observados, es especialmente atractiva para modelar la tecnología que dibuja la competitividad cantonal en un contexto donde se busca optimizar múltiples *outputs* (Ray, 2004).

La aplicación empírica emplea los resultados del ICC para los ochenta y un cantones costarricenses en 2016. El análisis propuesto en este trabajo ofrece una vía para analizar la competitividad cantonal en presencia de prioridades y debilidades competitivas, que son idiosincráticas a cada cantón.

La sección 2 detalla la composición del ICC. La sección 3 describe la metodología empleada en el estudio (Análisis Envolvente de Datos, DEA), mientras que la sección 4 presenta los resultados. La sección 5 concluye presentando las conclusiones e implicaciones del trabajo.

ESTE ESTUDIO EMPLEA UN MODELO DE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) CON UN ÚNICO INPUT CONSTANTE PARA ANALIZAR LA EFICIENCIA COMPETITIVA DE LOS CANTONES COSTARRICENSES PARA EL AÑO 2016

EL ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD CANTONAL

El ICC es una medición que han realizado la Escuela de Economía y el Observatorio de Desarrollo de la Universidad de Costa Rica desde el año 2006, que mide el desempeño relativo de la actividad económica realizada en el espacio geográfico de cada uno de los 81 cantones del país; el cantón N° 82 es Río Cuarto de Alajuela, que fue creado con la Ley N° 9440 del 20 de abril de 2018 y no aparece aún en las mediciones realizadas. El objetivo principal del ICC es medir la competitividad de los cantones de Costa Rica de acuerdo con el resultado, en el espacio cantonal, de las decisiones empresariales, familiares y de los gobiernos a escala cantonal y nacional (Ulate et al., 2012). El ICC está compuesto originalmente por treinta y ocho variables que, a su vez, son agrupadas en siete pilares (*y*): **1)** entorno económico, **2)** desempeño del gobierno local, **3)** acceso y calidad de la infraestructura, **4)** clima empresarial, **5)** clima laboral, **6)** capacidad para manejar conocimientos complejos, y **7)** calidad de vida. De acuerdo con Ulate et al. (2012), las variables que componen el ICC tienen escalas de medición diferentes y, por eso, sus valores se estandarizan –esto es, toman valores entre cero y uno– y luego se promedian entre las variables que componen cada subíndice para calcular su valor final. Finalmente, para cada cantón (*i*) se obtiene el valor del índice de competitividad cantonal como un promedio aritmético de los valores de los siete pilares $ICC_i = \sum w_{ki}y_i \forall w_{ki} = 1/7$. En la tabla 1 se presentan los siete pilares y las variables que conforman cada uno de ellos.

A continuación, se presenta una descripción de los siete pilares o subíndices que forman el ICC, según Ulate et al. (2016).

Tabla 1. Pilares y variables del ICC de Costa Rica

Pilares	Variables
1. ECONÓMICO	1.1. Tasa de crecimiento del consumo eléctrico total 1.2. m ² de construcción por km ² 1.3. Egresos municipales per cápita 1.4. Exportaciones totales por trabajador
2. GOBIERNO	2.1 Ingresos municipales per cápita 2.2 Gasto municipal no administrativo per cápita 2.3 Grado de dependencia de transferencias del sector público 2.4 Días para conceder patentes comerciales 2.5 Participación en elecciones municipales vs. presidenciales. 2.6 Gasto en red vial por km de red vial cantonal 2.7 N° de evaluaciones de impacto ambiental por permiso de construcción
3. INFRAESTRUCTURA	3.1 Porcentaje de red vial pavimentada 3.2 Viviendas con acceso a electricidad por km ² 3.3 Porcentaje de viviendas con acceso a agua potable 3.4 Porcentaje de viviendas con teléfono fijo 3.5 Porcentaje de viviendas con Internet 3.6 Cobertura y calidad de red móvil 2G * 3.7 Cobertura y calidad de red móvil 3G * 3.8 Porcentaje de desempeño de descarga global 3G *
4. CLIMA EMPRESARIAL	4.1. Índice de competencia 4.2. N° de entidades financieras por km ² 4.3. Índice de concentración de actividades 4.4. Porcentaje de empresas exportadoras
5. CLIMA LABORAL	5.1. Cobertura inglés en primaria 5.2. Cobertura educación secundaria 5.3. Matrícula terciaria 5.4. Población económicamente activa 5.5. Especialización del trabajador en servicios e industria 5.6. Tasa de crecimiento del empleo formal versus P.E.A
6. CAPACIDAD DE INNOVACIÓN	6.1. Concentración de las exportaciones en alta tecnología 6.2. Porcentaje matrícula terciaria en ciencias y tecnología 6.3. Porcentaje de escuelas y colegios con Internet
7. CALIDAD DE VIDA	7.1. Tasa de mortalidad por infecciones 7.2. N° de establecimientos de entretenimiento por cada 10 mil habitantes 7.3. Tasa de mortalidad por homicidios 7.4. Habitantes por EBAIS 7.5. Robos y asaltos a personas por cada 10 mil habitantes 7.6. Esfuerzo municipal en mitigación ambiental

* Tecnología disponible en 2016 y años anteriores, variables sujetas a actualización.

Fuente: Elaboración propia a partir de Ulate et al. (2016).

PILAR ECONÓMICO - La proximidad a un mercado grande y creciente son dos variables importantes que explican la concentración de la actividad económica y la mayor productividad de una región, sus beneficios están asociados a costos de transporte relativamente menores, pero también al aumento en la disponibilidad y variedad de bienes, servicios e insumos para la producción. Para monitorear el dinamismo y acceso a un mercado local y externo, se utilizaron las siguientes variables: la tasa de crecimiento del consumo eléctrico total, los egresos municipales per cápita (egresos municipales menos la inversión del gobierno local), los metros cuadrados de construcción por km² y las exportaciones por trabajador. Sin duda alguna, habría sido importante considerar el flujo de transacciones entre cantones, pero no es una información que esté disponible. Asimismo, las exportaciones de servicios, por turismo o por servicios empresariales, tampoco están disponibles por cantón de origen. Finalmente, las exportaciones de café, por cantón de origen, se incorporaron solo en los últimos años.

PILAR GOBIERNO - El gobierno local es el gestor de los bienes públicos del cantón. Tiene autonomía en el ámbito político, tributario, administrativo y normativo. Con respecto al primer ámbito, los ciudadanos son quienes eligen sus representantes. En el ámbito tributario, las municipalidades tienen la posibilidad de crear, modificar, exonerar, eliminar los tributos municipales con autorización legislativa. Desde el punto de vista administrativo, tienen autonomía para decidir sobre su presupuesto, sus programas y planes locales. Desde el punto de vista normativo, los gobiernos locales no pueden variar la legislación nacional referida al movimiento de bienes, personas y empresas, ni pueden establecer sus propias barreras legales o políticas, como sí lo podría establecer el Gobierno nacional. No obstante lo anterior, las municipalidades pueden decidir sobre su propio ordenamiento en los ámbitos de su competencia. Es decir, otorgar autorizaciones y gastar en infraestructura, servicios y bienes públicos locales de acuerdo con sus criterios de ordenamiento territorial. Además, los gobiernos locales coordinan, planifican y gestionan ante el Gobierno central el desarrollo de proyectos e infraestructura pública, y deben velar por lo que sucede en su territorio.

Con el propósito de monitorear su desempeño en algunos de los ámbitos anteriores, se consideraron variables como la capacidad de recaudación del gobierno local, medida por los ingresos per cápita y el grado de dependencia de los ingresos del municipio de las transferencias del Gobierno central. La capacidad del gobierno local para gestionar los bienes y servicios locales es medida por el gasto no administrativo per cápita y el gasto en la red vial por kilómetro de red cantonal. La eficiencia para responder las gestiones de los residentes ante la municipalidad se mide con la variable de número de días para obtener una patente comercial, la cual se obtiene mediante encuesta directa a todos los municipios del país. En el año 1998 se modificó la legislación para elegir el alcalde y representantes ante el concejo municipal con el propósito de conceder una mayor autonomía política a los gobiernos locales. La variable denominada participación en las elecciones de alcalde versus las presidenciales busca monitorear qué tanto ejercen los ciudadanos del cantón esa autonomía política. Finalmente se incluye una variable que aproxima el grado de complejidad ambiental de los permisos que tramitan las municipalidades al relacionar el número de evaluaciones de impacto ambiental con el número de permisos de construcción otorgados por la municipalidad.

PILAR INFRAESTRUCTURA - Este pilar monitorea las facilidades que tiene el cantón con respecto a la movilidad, la comunicación y el acceso a las tecnologías de información que tienen las personas y empresas residentes en el cantón. Como indicador de las facilidades de movilización terrestre, se utiliza el porcentaje de la red vial que está pavimentada. La disponibilidad de electricidad y agua potable son factores básicos para la ubicación de las viviendas y las actividades económicas. Además, este pilar cuantifica tanto el acceso a las tecnologías anteriores –electricidad y telefonía fija– como a las nuevas tecnologías de la información representadas por cuatro variables: el porcentaje de viviendas con acceso a internet, la cobertura y calidad de la red de telefonía móvil tanto 2G como 3G y el desempeño de descarga global 3G. Las tres últimas variables se van a modificar y actualizar en las próximas mediciones.

PILAR CLIMA EMPRESARIAL - Este pilar le da seguimiento a variables relacionadas con la complejidad, variedad y exigencia del entorno económico que enfrentan las empresas ubicadas en el cantón. La variable “índice de competencia” mide el grado de competencia entre las empresas industriales y de servicios para conseguir un trabajador en su respectivo cantón. Este índice es relativo al promedio nacional porque compara la relación de patronos entre la PEA del cantón versus la misma relación a nivel nacional. Si supera la unidad, hay una relativa mayor competencia en el cantón. Es una adaptación del indicador de competencia que utilizan Glaeser, Kallal, Scheinkman y Shleifer (1992, p. 1142). La proximidad con otros agentes económicos mejora la productividad y las relaciones con el resto del mundo amplían el ámbito de las destrezas requeridas para producir los bienes y servicios que se exportan. Asimismo, la diversidad de actividades económicas que se llevan a cabo en el cantón facilita el intercambio y aumentan la posibilidad de aprovechar las externalidades que se puedan generar en el cantón. La disponibilidad de servicios empresariales se aproxima con la variable que cuantifica el número de entidades financieras por km², establecidas en el cantón. Para medir la diversidad de actividades presentes en el cantón, se utiliza el índice de concentración de actividades de Herfindahl. Para cuantificar este índice, se utiliza el Directorio de Establecimientos que elabora el INEC. La importancia relativa de las empresas exportadoras presentes en el cantón se mide como proporción del número de empresas (patronos) totales del cantón.

PILAR CLIMA LABORAL - Este pilar les da seguimiento a seis variables, tres de ellas se refieren al potencial educativo de la fuerza laboral, porque miden la cobertura de inglés en primaria, la cobertura de educación en secundaria y la matrícula en la educación universitaria estatal. La cuarta variable se refiere al tamaño de la oferta laboral, pues utiliza la población económicamente activa del cantón. La quinta variable aproxima la destreza de esa oferta laboral al medir la especialización relativa de los trabajadores del cantón en actividades de servicios como comercios, hoteles, educación y en industria. Si el valor de la variable es alto significa que, dado el tamaño del cantón, hay una concentración de trabajadores en estos sectores, y si

es bajo significa que los trabajadores del cantón se especializan en las demás actividades económicas, principalmente agrícolas. La sexta variable mide el dinamismo de la demanda local de empleo formal al monitorear el crecimiento del empleo formal con respecto a la variación de la población económicamente activa del cantón.

PILAR CAPACIDAD DE INNOVACIÓN - Este pilar busca medir el potencial que tiene el cantón para difundir, transmitir y manejar conocimientos complejos eventualmente aplicados a la producción, pero no pretende medir la actividad de innovación en sí misma porque esta información no está disponible. Ese potencial se mide con tres variables. La primera cuantifica el grado de concentración de exportaciones en alta tecnología que se originan dentro del cantón. Esta variable refleja qué tan sofisticados son los conocimientos que se aplican en dicha producción y, por ende, en el potencial para transmitirlos hacia otras industrias o sectores productivos. La segunda y tercera variables buscan cuantificar la capacidad del recurso humano local para adquirir, procesar y aprovechar las externalidades de un conocimiento más sofisticado. Esta capacidad se monitorea mediante la matrícula de las universidades estatales en ciencias y tecnología que provienen del cantón respectivo, y del porcentaje de escuelas y colegios con acceso a internet en ese cantón.

PILAR CALIDAD DE VIDA - Este pilar busca cuantificar el desempeño de variables que podrían valorar las personas al decidir el lugar adonde vivir. Está compuesto por seis variables. La primera se refiere a la salud de sus habitantes, a saber, tasa de mortalidad por infecciones por 10 mil habitantes. La segunda variable mide la importancia de la oferta local de establecimientos para el esparcimiento y entretenimiento, la cual contabiliza el número de establecimientos dedicados a estas actividades y ubicados en el cantón por cada diez mil habitantes. El tercer indicador mide la mortalidad por homicidio por cada cien mil habitantes. La cuarta variable mide el número de habitantes por EBAIS y busca monitorear el acceso a servicios de salud. La quinta variable es una tasa del número de robos y asaltos a personas por cada diez mil habitantes. La sexta variable cuantifica el esfuerzo municipal en mitigar problemas ambientales

del cantón. Algunos problemas que podrían generar las aglomeraciones, especialmente urbanas, contribuyen a deteriorar la vida en común de un cantón, por eso se incluyen algunas variables, las cuales más bien le restan a la calidad de vida si su valor aumenta. Ese es el caso de la tasa de robos y asaltos cometidos a personas, la tasa de homicidios y la tasa de mortalidad por infecciones. Las características que valoran las familias no necesariamente coinciden con aquellas que valora una empresa.

El ICC no explica la causa subyacente a los resultados de competitividad cantonal. Ese no es el objetivo del índice, sino más bien busca revelar los resultados alcanzados a partir de las decisiones de múltiples actores comparado con los alcanzados en el resto de los 81 cantones del país. El seguimiento al desempeño relativo busca promover, entre las autoridades respectivas, la formulación de preguntas y el establecimiento de prioridades para identificar posibles soluciones que permitan impulsar el desarrollo de cada territorio, según la evolución relativa de su perfil económico. La lectura del ICC es sencilla: el ICC oscila entre 0 y 1 y el índice muestra la posición relativa del cantón, con respecto a los 81 cantones, en cada uno de los pilares y en cada una de las variables que lo conforman. (Ulate et al., 2012).

A partir del análisis de los datos del ICC para 2016 empleados en este estudio, la tabla 2 muestra los

resultados de competitividad por provincia. En la tabla se observa que la competitividad promedio de los 81 cantones costarricenses es de 0,3369, lo que significa que, para ser completamente competitivos, los cantones deben mejorar el ICC en 0,66 puntos del índice. Además, se observa que la provincia de Heredia muestra el mayor nivel de competitividad cantonal (medido por el ICC), seguido de la provincia de San José en casi todos los subíndices competitivos. Por el contrario, las provincias de Limón y Puntarenas muestran los niveles de competitividad más bajos, así como el mayor número de debilidades competitivas (menor valor en muchos subíndices).

MÉTODO: ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) CON UN ÚNICO INPUT CONSTANTE

En este estudio se emplea un modelo de análisis envolvente de datos (Data Envelopment Analysis, DEA) desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1981), basado en funciones distancia de Shepard (1970) con el objetivo de evaluar la eficiencia competitiva de los cantones costarricenses en 2016. DEA es un método no paramétrico que, a partir de los datos observados, aproxima la

Tabla 2. Índice de Competitividad Cantonal en provincias de Costa Rica (2016)

Provincia	ICC	Economía	Empresas	Gobierno	Empleo	Infraestructura	Innovación	Condiciones de Vida
San José	0,3975	0,3588	0,3523	0,2800	0,4979	0,5375	0,4805	0,2752
Alajuela	0,3179	0,2770	0,2374	0,2468	0,4395	0,3643	0,3742	0,2863
Cartago	0,3481	0,2770	0,2610	0,1674	0,4550	0,5032	0,5055	0,2677
Heredia	0,4133	0,4233	0,3906	0,2467	0,5065	0,6603	0,5094	0,1562
Guanacaste	0,3015	0,2949	0,1560	0,3330	0,3412	0,3064	0,2356	0,4431
Puntarenas	0,2621	0,2881	0,1449	0,2944	0,3415	0,2732	0,1555	0,3374
Limón	0,2425	0,3006	0,2497	0,1946	0,3670	0,1894	0,2197	0,1763
TOTAL	0,3369	0,3210	0,2643	0,2614	0,4317	0,4241	0,3701	0,2857

Fuente: Elaboración propia, a partir del ICC, 2016.

verdadera (pero incierta) tecnología mediante la estimación de modelos de programación lineal que no imponen ninguna restricción sobre la distribución muestral (Cooper, Seiford y Zhu, 2011; Grifell-Tatjé y Lovell, 2015).

El principal supuesto teórico de un modelo DEA es que, en un periodo determinado (t), las unidades de análisis (en nuestro caso, cantones: i) emplean un vector de $\mathbf{x}=(x_1, \dots, x_j) \in R^J$ *inputs* para producir un conjunto de $\mathbf{y}=(y_1, \dots, y_m) \in R^M$ *outputs*, y que este vector de *inputs* y *outputs* forman la tecnología a modelar (T): $T^t = \{(x,y,t): x \text{ produce } y \text{ en el periodo } t\}$.

En el contexto de este estudio, el siguiente programa lineal computa, para cada cantón (i), la función de distancia orientada hacia el *output* empleada para evaluar la eficiencia competitiva de los 81 cantones de Costa Rica: $D^t(\mathbf{1}, \mathbf{y}^i) = \inf\{\theta > 0: (\mathbf{1}, \mathbf{y}^i / \theta) \in T^t\}$, donde T^t es la tecnología analizada:

$$T^t = \left\{ \sum_{i=1}^N \lambda_i \mathbf{y}_{i,m}, m=1, \dots, M, \sum_{i=1}^N \lambda_i \mathbf{x}_{i,j} \leq 1, j=1, \dots, J, \lambda_i > 0, i=1, \dots, 81 \right\}.$$

La tecnología (T) del modelo DEA empleado en este trabajo se caracteriza por mostrar rendimientos constantes de escala, ser una función homogénea de grado +1, y por ser convexa en \mathbf{y} , el coeficiente θ es el término de ineficiencia computado para cada cantón i . Para los cantones eficientes (sobre la frontera de eficiencia) $\theta=1$, mientras que para cantones ineficientes $\theta > 1$ ($\theta-1$ es el nivel de ineficiencia). El término λ_i es el vector de intensidad (pesos virtuales) usado para formar las combinaciones lineales de eficiencia de los cantones ($N=1, \dots, 81$).

Es importante destacar que, implícito a la tecnología descrita anteriormente, está el supuesto que los vectores de *inputs* (\mathbf{x}) y *outputs* (\mathbf{y}) son observables. Sin embargo, en muchas ocasiones los vectores de *inputs* u *outputs* no siempre son observables. En el contexto de los modelos no paramétricos, existen dos principales motivos para evaluar la eficiencia de un conjunto de unidades a través de modelos DEA sin un vector de inputs explícito. Primero, algunos problemas analíticos no requieren datos de *inputs* u *outputs*, y el análisis de eficiencia basado en las mejores prácticas o los objetivos de los encargados del diseño de políticas de apoyo se convierte en el objetivo del análisis. Ejemplos de estos problemas incluyen el análisis de las unidades de seguridad vial (Odeck, 2006), el desempeño olímpico de los países (Soares de Mello, Angulo-Meza y Branco da Silva, 2009) y el análisis del nivel de alcance de los objetivos del protocolo de Kyoto (Lo, 2010). Segundo, en algunas aplicaciones los *outputs* son variables agregadas o

números índice (por ejemplo, PIB per cápita), y los datos no permiten distinguir los niveles de *inputs* necesarios para producir los *outputs*. Ejemplos de este tipo de problema incluyen el análisis de cifras macroeconómicas (Cherchye, Moesen y Van Puyenbroeck, 2004), el Índice de Desarrollo Humano (Despotis, 2005) y el Índice de Vida Mejor de la OCDE (Mizobuchi, 2014).

El análisis presentado en este estudio cae dentro de la última categoría de problemas económicos. Los cantones costarricenses pueden desplegar una amplia gama de *inputs* y adoptar diferentes políticas para mejorar su competitividad. De esta forma, en modelos como el nuestro donde los elementos de un número índice (Índice de Competitividad Cantonal) son el *output* analizado y los *inputs* específicos vinculados a estos *outputs* son difíciles de identificar, el uso de modelos DEA con un único *input* constante resulta adecuado para evaluar la eficiencia competitiva de los cantones costarricenses, con respecto a la frontera de mejores prácticas.

En consecuencia, con base en el trabajo de Lovell y Pastor (1999) y la contribución de, entre otros, Liu et al. (2011) y Karagiannis y Lovell (2016), el modelo propuesto para evaluar la eficiencia competitiva de los cantones costarricenses emplea un único *input* constante (\mathbf{x}) –el cual es un vector de 1's ($J=1$) para todos los cantones ($i \times 1$)–, mientras que el vector de *outputs* incluye los siete subíndices o pilares del Índice de Competitividad Cantonal ($\mathbf{y}_m \in M \wedge M=7$) descritos en la tabla 2: economía, gobierno, clima empresarial, clima laboral, infraestructura, capacidad de innovación y condiciones de vida.

Para efectos de cómputo, se empleó el *software* EMS (*Efficiency Measurement System*) para generar los coeficientes de eficiencia de los 81 cantones costarricenses.

RESULTADOS

ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD CANTONAL Y EFICIENCIA ESTIMADA: CONFIGURACIÓN GEOGRÁFICA

La figura 1 muestra la configuración geográfica de la competitividad cantonal y del nivel de eficiencia cantonal. Desde una óptica descriptiva, los resultados indican que existe una fuerte relación entre ambas variables, de forma

que los cantones más competitivos muestran menores niveles de ineficiencia, y viceversa.

El resultado del coeficiente de correlación entre el índice de competitividad cantonal y el nivel de eficiencia estimado mediante el modelo DEA confirma la relación entre ambas variables: $-0,7249$ ($p\text{-value} < 0,0000$).

De esta forma, los resultados del modelo de eficiencia competitiva (DEA) reflejan en muy buena medida la competitividad cantonal en Costa Rica. En línea con el objetivo de este trabajo, el ICC es una valiosa herramienta disponible para los encargados del diseño de políticas públicas y, a partir de los datos del ICC, los resultados del modelo DEA propuesto pueden complementar el ICC ya que ofrecen una visión más amplia acerca de qué pilares son más importantes (prioridades) a la hora de determinar la eficiencia competitiva de los cantones.

El detalle de este análisis se presenta en la Figura 1.

EFICIENCIA COMPETITIVA DE LOS CANTONES DE COSTA RICA

A continuación, se presentan los resultados del análisis de eficiencia competitiva a partir de las estimaciones realizadas mediante el modelo DEA presentado en la Sección 3. La tabla 3 presenta los resultados del ICC por

provincia (tabla 2) y además introduce los resultados de ineficiencia medida por el DEA. Como se indicó anteriormente, de la comparación del ICC y los resultados de ineficiencia competitiva, se observan bastantes similitudes en términos de ranking, pero, además, se observan algunas diferencias. En primer lugar, la provincia de San José muestra el mayor nivel de eficiencia competitiva (1,3051) siendo la segunda en el ICC, y el resultado del modelo DEA indica que, para alcanzar la frontera de eficiencia competitiva y ser plenamente eficiente, los cantones de esta provincia deben mejorar su competitividad en promedio 30,51%. En el caso de la provincia de Heredia (la más competitiva según el ICC), los resultados del modelo DEA la ubican en tercera posición provincial e indican que, en promedio, los cantones de esta provincia pueden aumentar 38,29% sus pilares competitivos para ser eficiente y alcanzar la frontera de competitividad cantonal. En segundo lugar, es interesante que la provincia de Cartago (tercera según el ICC) es ligeramente más eficiente que Heredia (provincia con el promedio de cantones más competitivos según el ICC); sin embargo, el resultado para el primer y tercer cuartil indican que los cantones de Heredia están más concentrados en tramos de alta eficiencia, respecto a la distribución de los cantones de Cartago. En tercer lugar, Alajuela y Guanacaste ocupan

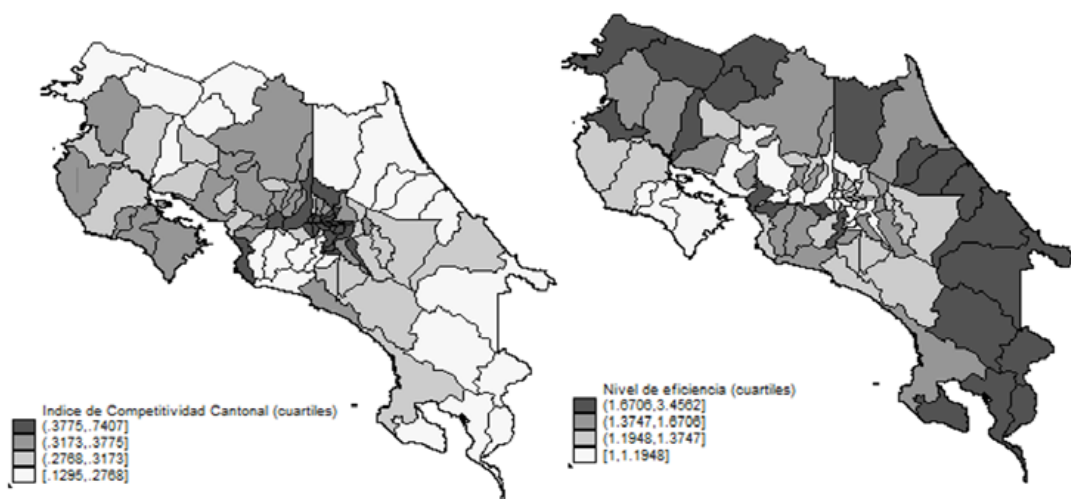


Figura 1. Índice de Competitividad Cantonal (izquierda) y nivel de eficiencia (derecha) para los cantones costarricenses en 2016

posiciones bastante similares, Alajuela es más competitivo (cuarta posición) pero Guanacaste lo supera ligeramente en eficiencia; la provincia de Alajuela es muy heterogénea de acuerdo con su desviación estándar. En cuarto lugar, los resultados del modelo DEA coinciden con los del ICC al posicionar a las provincias de Limón y Puntarenas como las regiones con cantones más ineficientes; sin embargo, en el caso del modelo DEA, Limón aparece como la provincia con cantones más ineficientes, y su resultado (2,2241) sugiere que, para alcanzar la frontera de eficiencia competitiva y ser plenamente eficiente los cantones de Limón, deben mejorar su competitividad en promedio un 122,41% y un 89,69% en el caso de los cantones de Puntarenas.

Los empresarios locales y los encargados del diseño de políticas públicas realizan combinaciones de los recursos disponibles de diversas maneras según la tecnología disponible en procura de maximizar sus objetivos, y uno de los resultados de estos procesos es la productividad competitiva a nivel local.

Los resultados presentados en la tabla 4 profundizan el análisis de eficiencia al mostrar la composición de la eficiencia competitiva de las provincias según los pilares del ICC, 2016. La tabla presenta, para cada provincia, el número de subíndices (pilares competitivos) que deben priorizarse para alcanzar la máxima eficiencia competitiva posible según la disponibilidad de recursos a nivel local, así

como el peso virtual de cada uno de los subíndices del ICC.

Según los resultados del modelo DEA, los cantones de la provincia de San José son, en promedio, los más eficientes (tabla 4), y estos resultados son fruto sobre todo de la fortaleza mostrada en tres pilares competitivos: infraestructuras, empleo y condiciones de vida.

En el caso de las provincias con el segundo (Cartago) y tercer (Heredia) nivel de eficiencia más alto, los resultados indican la heterogeneidad en las fortalezas (prioridades) competitivas. En el caso de los cantones de la provincia de Cartago, las fortalezas competitivas se centran en los pilares de innovación, empleo y condiciones de vida, mientras que, en los cantones de Heredia, las fortalezas competitivas se concentran, en promedio, en los pilares de infraestructura, empleo y economía (tabla 4). Los resultados del modelo DEA indican que, en promedio, los cantones de estas dos provincias deben priorizar una cantidad relativamente baja de pilares competitivos para maximizar su eficiencia competitiva: Cartago = 2,63 subíndices y Heredia = 2,60 subíndices.

Por el contrario, dos resultados deben resaltarse en el caso de los cantones de la provincia de Limón. Por un lado, los cantones de esta provincia deben, en promedio, priorizar la menor cantidad de pilares competitivos si se desea optimizar su eficiencia competitiva (2,33). Por otra parte, la eficiencia competitiva de los cantones de Limón

Tabla 3. Eficiencia competitiva de los cantones de Costa Rica, visto por provincia (2016)

Provincia	ICC	Ineficiencia (DEA)	Desviación Standard	Q1	Q3	Obs.
San José	0,3975	1,3051	0,2776	1,0696	1,4788	20
Alajuela	0,3179	1,6938	0,7154	1,2351	1,7384	15
Cartago	0,3481	1,3725	0,2091	1,2450	1,5276	8
Heredia	0,4133	1,3829	0,5259	1,0910	1,3644	10
Guanacaste	0,3015	1,5013	0,3634	1,3345	1,6524	11
Puntarenas	0,2621	1,8969	0,7394	1,3676	2,3089	11
Limón	0,2425	2,2241	0,4759	1,9884	2,4340	6
TOTAL	0,3369	1,5684	0,5639	1,1948	1,6706	81

Fuente: Elaboración propia, a partir del ICC 2016

se explica principalmente por la priorización de los pilares asociados al empleo y condiciones de vida, mientras que los pilares relacionados con infraestructura y empresas no son factores determinantes de la eficiencia competitiva de los cantones de esta provincia.

IDENTIFICACIÓN DE LAS MEJORES PRÁCTICAS PARA LOS CANTONES DE COSTA RICA

La medición de eficiencia competitiva derivada del modelo propuesto tiene otra característica de gran importancia y utilidad, esto es la posibilidad de definir *benchmarks* cantonales, los cuales representan las mejores prácticas de acuerdo con el *ranking* obtenido de los 81 cantones y según las características particulares de los pilares de cada cantón. Estos *benchmarks* representan el conjunto de referencia –formado por los cantones eficientes– que puede ser empleado como espejo por los demás cantones (ineficientes) para generar información valiosa que permita determinar, de forma más acertada, cuál podría ser la priorización de políticas de apoyo que permita alcanzar niveles superiores de eficiencia competitiva.

A continuación se presenta, a manera de ejemplo, el análisis de *benchmarks* para tres cantones de la provincia de Cartago. Para facilitar la visualización de los resultados, estos se presentan mediante una gráfica de

tipo telaraña. En cada figura (figuras 2, 3, y 4) se presentan los resultados de cada pilar competitivo del ICC para cada cantón analizado (Cartago, El Guarco y Turrialba), así como los resultados para con los cantones que constituyen el grupo de *benchmarks* según la estimación generada por el modelo DEA propuesto en este estudio. Como se indicó anteriormente, estos *benchmarks* representan el grupo de cantones eficientes con las mejores prácticas en los pilares analizados, y deben ser tomados en cuenta por empresarios, así como por los responsables de generar políticas públicas, incluidos los gobiernos locales.

De los resultados del modelo DEA –reflejados en la figura 2–, vemos que los cantones de San José y Alajuela son el conjunto de referencia (*benchmark*) del cantón central de Cartago. En este caso, los resultados indican que el cantón central de Cartago se beneficiaría más si adopta políticas similares a las que actualmente realiza el cantón central de San José en materia de condiciones económicas, clima empresarial, gobernanza, infraestructura y estilo de vida, y si, además, emula las prácticas del cantón de Alajuela en el pilar de clima laboral. Además, se observa que el cantón de Cartago es fuerte en el pilar de capacidad de innovación.

El cantón de San Pedro de Montes de Oca (provincia de San José) es el *benchmark* a seguir en el caso del cantón de El Guarco (figura 3). Al respecto, la administración de El Guarco podría beneficiarse si sigue las prácticas

Tabla 4. Configuración de la eficiencia competitiva por provincias

Provincia	Eficiencia DEA	N° de Pilares	Economía	Empresas	Gobierno	Empleo	Infraestructura	Innovación	Condiciones de Vida
San José	1,3051	2,75	0,0270	0,0340	0,0995	0,2120	0,2870	0,1490	0,1925
Alajuela	1,6938	2,80	0,0360	0,0000	0,0587	0,4153	0,0933	0,0753	0,3207
Cartago	1,3725	2,63	0,0188	0,0000	0,0225	0,2463	0,1675	0,3400	0,2050
Heredia	1,3829	2,60	0,1100	0,0000	0,0130	0,1870	0,5470	0,0950	0,0490
Guanacaste	1,5013	2,73	0,0318	0,0073	0,1045	0,2218	0,1245	0,0473	0,4645
Puntarenas	1,8969	3,00	0,1064	0,0000	0,1073	0,2455	0,0845	0,0200	0,4364
Limón	2,2241	2,33	0,0817	0,0000	0,0983	0,5583	0,0000	0,0617	0,2000
TOTAL	1,5684	2,73	0,0536	0,0094	0,0753	0,2815	0,2006	0,1098	0,2704

Fuente: Elaboración propia, a partir del ICC, 2016.

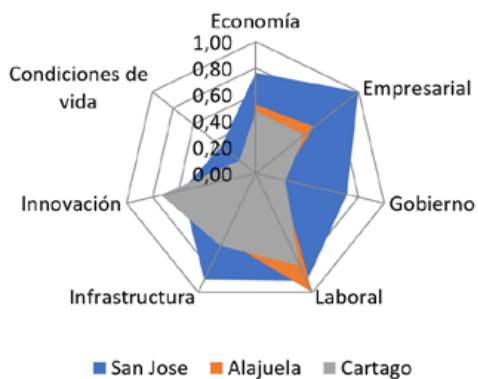


Figura 2. Benchmarks del cantón central de Cartago
Fuente: Elaboración propia, a partir del ICC 2016

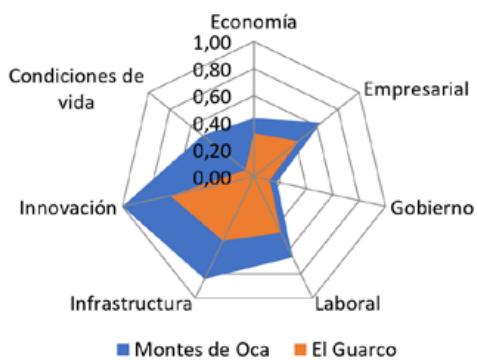


Figura 3. Benchmarks del cantón de El Guarco
Fuente: Elaboración propia, a partir del ICC 2016

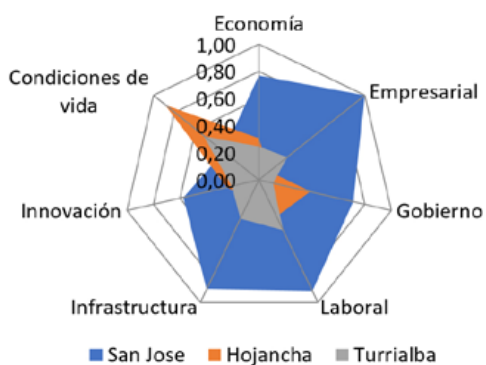


Figura 4. Benchmarks del cantón de Turrialba
Fuente: Elaboración propia, a partir del ICC 2016

implementadas en el cantón de San Pedro de Montes de Oca en casi todos los pilares analizados. En el caso del cantón de Turrialba (figura 4), las mejores prácticas a replicar son las implementadas en el cantón central de San José en materia económica, clima empresarial y laboral, gobernanza e innovación. Además, conviene destacar la relevancia de seguir los pasos de la administración del cantón de Hojancha en lo relativo al pilar de condiciones de vida.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio emplea el ICC 2016 para analizar la eficiencia competitiva de los cantones costarricenses mediante un modelo no-paramétrico (DEA) con siete outputs y un input constante que permite estimar el nivel de eficiencia competitiva cantonal, permite identificar los factores (subíndices) más determinantes (prioridades) a la hora de explicar la eficiencia competitiva cantonal, e identifica cuáles cantones tienen las mejores prácticas.

El ICC es una excelente herramienta que permite comparar el desempeño relativo de los cantones de acuerdo con sus factores de producción, sus instituciones y la implementación de políticas públicas en su territorio geográfico. La utilidad del ICC, como en todos los índices compuestos, radica en su capacidad para identificar áreas de mejora a lo interno de los cantones y permite hacer comparaciones con los otros cantones a partir de la generación de un ranking de posiciones que permite definir benchmarks con las mejores prácticas disponibles. Sin embargo, falta considerar la calidad de las combinaciones de los recursos o factores de producción que se realizan en el proceso productivo de la economía calculando la productividad y comparando la eficiencia.

En este sentido, el aporte de este trabajo consiste en evaluar la eficiencia cantonal en el marco de competitividad demarcado por el ICC, con el fin de determinar la calidad del proceso productivo de la economía cantonal así como y las prioridades que deben ser acometidas para mejorar la eficiencia competitiva, esto bien puede ser el ingrediente para definir una Hoja de Ruta para emprender la importante tarea del desarrollo local.

Costa Rica presenta, en la actualidad, una estructura de economía dual: por un lado, están los cantones donde se ubican las zonas francas con un desempeño altamente competitivo, dinámico e innovador; en contraste con la economía tradicional que muestra estancamiento, tiene altos costos y es poco competitiva. Esta situación hace necesario cambiar el abordaje que se le ha dado a los problemas estructurales que arrastra la economía tradicional del país desde hace varias décadas como la pobreza que está por encima del 20%, el desempleo que en 2019 es del 12%, la economía informal

que se estima representa el 45% de la actividad económica (INEC Costa Rica: <http://inec.cr>), así como la ineficiencia de la burocracia estatal. Un replanteamiento requiere de nuevas herramientas y mayor tecnología para analizar los problemas, así la eficiencia competitiva DEA que hemos planteado permite no solo un abordaje novedoso, sino que sus resultados serán útiles para abonar hacia una “Nueva Administración Pública” que genere el sendero del desarrollo cantonal y nacional.

Esta investigación es de utilidad para al menos tres actores que son protagonistas del desarrollo local o cantonal. En primer lugar, las instituciones encargadas de diseñar la política pública, las Municipalidades en lo cantonal y las instituciones autónomas que coordinan la planificación e implementación de políticas a nivel nacional, como el IFAM, la Contraloría y la Unión de Gobiernos locales. La información y conclusiones generadas en este trabajo permiten realizar una identificación precisa de las variables y pilares competitivos que deben priorizarse para generar un mayor impacto en el desarrollo cantonal, y así mejorar su desempeño en la gobernanza que les ha sido encomendada.

En segundo lugar, esta investigación es útil para los empresarios, cámaras empresariales e instituciones de fomento al desarrollo, como las Zonas Económicas Especiales, porque pueden detectar con mayor facilidad las oportunidades de inversión en los territorios geográficos y así promover el crecimiento económico y la generación de empleo. Finalmente, este trabajo introduce oportunidades de investigación para la academia, porque, al ser este un estudio pionero en la identificación de la eficiencia competitiva territorial, permite introducir metodologías y análisis que permitirán, a futuros investigadores, contribuir con el objetivo de promover mayor prosperidad y bienestar social.

Sin embargo, como toda investigación, tiene limitaciones que están determinadas por la disponibilidad de la información, la cual es del año 2016; la publicación del ICC de los años posteriores permitirá ir desarrollando la trayectoria de la eficiencia competitiva cantonal en una serie de tiempo, lo cual permitirá determinar tendencias y detectar prácticas y políticas que deben ser fomentadas para alcanzar un mejor desarrollo local. Las oportunidades de investigación no se limitan a los cantones en particular, y hay diversas posibilidades como, por ejemplo, hacer análisis para corredores o regiones geográficas, tanto a nivel de pilar competitivo o variable individual a potenciar

o subsanar; también por tipo de actividad productiva, por características demográficas o psicográficas, todo esto si la información está disponible.

Los resultados del estudio relativos a eficiencia competitiva, pilares a priorizar y benchmarks para cada cantón están disponibles a solicitud de los interesados. Sería un valor agregado para el investigador poder colaborar con Municipalidades o instituciones gubernamentales mediante la exploración de oportunidades de aplicación práctica del conocimiento aquí generado.

REFERENCIAS

- Acs, Z., Autio, E. y Szerb, L. (2014). National systems of entrepreneurship: Measurement issues and policy implications. *Research Policy*, 43(3), 476-494.
- Acs, Z., Szerb, L., Lafuente, E. y Lloyd, A. (2019). Global Entrepreneurship and Development Index 2018. *Springer International Publishing* (SpringerBriefs in Economics). Doi: 10.1007/978-3-030-03279-1.
- Balaguer-Coll, M., Prior, D., y Tortosa-Ausina, E. (2007). On the determinants of local government performance: A two-stage nonparametric approach. *European Economic Review*, 51(2), 425-451.
- Charnes, A., Cooper, W. y Rhodes, E. (1981). Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management Science*, 27(6), 668-697.

LOS RESULTADOS DE EFICIENCIA, COMO FRUTOS DEL ANÁLISIS DE LAS SIETE DIMENSIONES (PILARES) DEL ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD CANTONAL (ICC) COMO OUTPUTS DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN NO-PARAMÉTRICA PROPUESTA EN ESTE TRABAJO, INDICAN QUE, EN PROMEDIO, LOS CANTONES COSTARRICENSES PUEDEN MEJORAR SU EFICIENCIA COMPETITIVA UN 56,84%

- Cherchye, L., Moesen, W. y Van Puyenbroeck, T. (2004). Legitimately diverse, yet comparable: On synthesizing social inclusion performance in the EU. *Journal of Common Market Studies*, 42, 919-955.
- Cherchye L., Moesen W., Rogge N. y Puyenbroeck T. (2007). One market, one number? A composite indicator assessment of EU internal market dynamics. *European Economic Review*, 51(3), 749-779.
- Cooper, W., Seiford, L. y Zhu, J. (2011). *Handbook on data envelopment analysis (2^{ed.})*. New York: Springer.
- Despotis, D. (2005). A reassessment of the human development index via data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 56, 469-480.
- Glaeser, E., Kallal, H., Scheinkman, J. y Shleifer, A. (1992). Growth in cities. *Journal of Political Economy*, 100(6), 1126-1152.
- Grifell-Tatjé, E. y Lovell, C. (2015). *Productivity Accounting: The Economics of Business Performance*. New York: Cambridge University Press.
- Grupp, H. y Schubert, T. (2010). Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance. *Research Policy*, 39, 67-78.
- Karagiannis, G., y Lovell, C. (2016). Productivity measurement in radial DEA models with a single constant input. *European Journal of Operational Research*, 251(1), 323-328.
- Lafuente, E., Acs, Z., Sanders, M. y Szerb, L. (2019). The global technology frontier: productivity growth and the relevance of Kirznerian and Schumpeterian entrepreneurship. *Small Business Economics*, in press, doi: <https://doi.org/10.1007/s11187-019-00140-1>.
- Lafuente E., Szerb L. y Acs Z. (2016). Country level efficiency and national system of entrepreneurship: a data envelopment analysis approach. *Journal of Technology Transfer*, 41(6), 1260-1283.
- Liu, W., Zhang, D., Meng, W., Li, X. y Xu, F. (2011). A study of DEA models without explicit inputs. *Omega*, 39, 472-480.
- Lo, S. (2010). The differing capabilities to respond to the challenge of climate change across annex parties under the Kyoto protocol. *Environmental Science & Policy*, 13, 42-54.
- Lovell, C. y Pastor, J. (1999). Radial DEA models without inputs or without outputs. *European Journal of Operational Research*, 188(1), 46-51.
- Mizobuchi, H. (2014). Measuring world better life frontier: A composite indicator for OECD better life index. *Social Indicators Research*, 118, 987-1007.
- Narbón-Perpiñá, I. y De Witte, K. (2018). Local governments' efficiency: a systematic literature review-part II. *International Transactions in Operational Research*, 25(4), 1107-1136.
- Odeck, J. (2006). Identifying traffic safety best practice: An application of DEA and Malmquist indices. *Omega*, 34, 28-40.
- Ray, S. (2004). *Data envelopment analysis: theory and techniques for economics and operations research*. New York: Cambridge University Press.
- Shepard, R. (1970). *The Theory and Cost of Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Soares de Mello, J., Angulo-Meza, L. y Branco da Silva, B. (2009). A ranking for the Olympic games with unitary input DEA models. *IMA Journal of Management Mathematics*, 20, 201-211.
- Ulate, A., Madrigal, G., Ortega, R. y Jiménez, E. (2012). *Índice de competitividad cantonal, 2006-2011, (2 ed.)* Disponible en: <http://www.icc.odd.ucr.ac.cr/docs/ICC-OdD-2012.pdf>.
- Ulate, A., Mayorga, B., y Alfaro, J. (2016). *Índice de Competitividad Cantonal*. Disponible en: <https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2017/icc-odd-2006-2016.pdf>.
- World Economic Forum (2017). *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. World Economic Forum, Geneva, Switzerland. Disponible en: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/> ■