



# Medición de la eficiencia en las organizaciones de deporte formativo mediante un modelo DEA

## Measuring efficiency in sports organizations using a DEA model

Xavier Omar JÁCOME Ortega [1](#); Jorge Luis DELGADO Salazar [2](#)

Recibido: 10/01/2017 • Aprobado: 11/02/2017

### Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Aplicación del método DEA en el deporte](#)
- [3. Determinantes del resultado deportivo](#)
- [4. Metodología](#)
- [5. Resultados](#)
- [6. Discusión](#)

[Referencias bibliográficas](#)

#### RESUMEN:

Esta investigación tiene el objetivo de analizar la eficiencia de organizaciones del deporte formativo, mediante la aplicación de un Análisis de Datos Envolvente (DEA) a las 24 federaciones provinciales del Ecuador, considerando como output a las medallas de oro, plata y bronce obtenidas en los torneos organizados a nivel nacional por el Ministerio del Deporte en el año 2015. Se establece como inputs a las variables presupuesto del organismo deportivo, número de deportistas participantes por la federación, población de la provincia entre 5 a 19 años, el valor agregado bruto no petrolero provincial. Los resultados revelan que siete federaciones provinciales son eficientes técnicamente, y solo dos de éstas están ubicadas entre las diez que perciben una mayor asignación pública, mientras que las otras cinco están por debajo de la media presupuestaria provincial.

**Palabras claves:** deportes, DEA, medición del desempeño

#### ABSTRACT:

This research has the objective of analyzing the efficiency of training sport organizations by applying a Data Envelopment Analysis (DEA) to the 24 province federations of Ecuador, considering as output the gold, silver and bronze medals obtained in the tournaments organized at the national level by the Ministry of Sports in 2015. The inputs are variables such as; the budget of the sport organization, number of the athletes that belongs to the federation, population of the province between 5 and 19 years, province Gross Value Added without consider oil production activity. The results reveal that seven province federations are technically efficient, and only two of these are ranked among the top ten receiving a larger public allocation, while the other five are below the province budget average.

**Keywords:** sports, DEA, performance measurement

# 1. Introducción

El deporte se ha convertido en un fenómeno de la sociedad con impacto en la cultura y la economía, y que ha captado una gran repercusión mediática y seguimiento (Cabello, Rivera, Trigueros & Pérez, 2011). El deporte impacta en la calidad de vida de la población, en la salud, en la educación, en los sistemas de organización comunitaria (Reyes Bossio, 2006). La actividad deportiva en su gestión y resultados depende en gran medida de la economía de un país, así como también el deporte contribuye al desarrollo económico (Arias, 2009).

El deporte es de alta importancia para la política pública, puesto que es el fenómeno cultural más destacado de la sociedad contemporánea, y es con base en este criterio que el gobierno y la gestión deportiva se relacionan en las diversas aristas sociales. La política deportiva es una función que le corresponde al estado, que actuará de acuerdo a la ideología de quien la conduzca (Reyes Bossio, 2006).

La gestión del deporte y su organización en instituciones han sido estudiadas por su combinación entre el sector privado y el público. Cabello, Rivera, Trigueros y Pérez (2011) realizan la revisión de diversos autores y resumen que existen diferentes modelos de gestión deportiva a nivel mundial, pero señalan que el modelo de estructura federativa del deporte es el que se destaca, por ser el más extendido y exitoso, se caracteriza por constituirse por organizaciones privadas no lucrativas, con régimen fiscal favorable y con dependencia de subvenciones públicas.

Arias (2009) destaca que uno de los problemas de investigación en la disciplina de la Economía del Deporte es medir la eficiencia del gasto en deporte, y aporta en la conceptualización de las variables que intervienen; como son la inversión, que es definida como el conjunto de recursos (humanos, materiales y monetarios) para generar atletas con grandes posibilidades de obtener medallas. El rendimiento que se define como el resultado obtenido del entrenamiento deportivo, que radica en alcanzar o superar determinadas metas; y el beneficio en el deporte que es el logro del máximo rendimiento posible, el cual se expresa en medallas, trofeos y premios obtenidos.

El deporte tiene diferentes fases con el objetivo de convertir a un individuo con potencialidades deportivas en un atleta de alto rendimiento, y para el caso de Ecuador el proceso de la formación de un deportista de alto rendimiento abarca cuatro fases: la iniciación deportiva (hasta los 14 años), el perfeccionamiento atlético (de 15 a 17 años), especialización deportiva (de 18 a 20 años), alta maestría deportiva (más de 20 años).

La formación de deportistas con potencial de alto rendimiento de forma continua es un proceso fundamental, con el objetivo de garantizar la obtención de resultados deportivos internacionales de relevancia.

En Ecuador, la gestión de las actividades deportivas está regulada por la Ley del Deporte, Educación Física y Recreación que está vigente desde el 2010, y su cumplimiento depende del Ministerio de Deporte.

Las organizaciones deportivas en el Ecuador son entidades sin fines de lucro con propósitos social y público, con objetivos definidos de acuerdo a su ámbito de competencia. Están bajo la regulación del Ministerio de Deporte y reciben asignaciones de fondos públicos, para cumplir con las metas establecidas en la legislación.

El deporte en Ecuador se clasifica en Deporte Formativo, Deporte de Alto Rendimiento, Deporte Profesional y Deporte Adaptado y/o Paralímpico. El Deporte Formativo comprende actividades que desarrollan las organizaciones deportivas con fines de búsqueda y selección de talentos, iniciación deportiva, enseñanza y desarrollo.

La estructura del deporte formativo en el Ecuador se da de la siguiente manera:

- a) Clubes Deportivos Especializados Formativos;
- b) Ligas Deportivas Cantonales;

- c) Asociaciones Deportivas Provinciales;
- d) Federaciones Deportivas Provinciales;
- e) Federación Deportiva Nacional del Ecuador (FEDENADOR); y,
- f) Federación Ecuatoriana de Deporte Adaptado y/o Paralímpico.

Las Federaciones Deportivas Provinciales son el eje del Deporte Formativo, cuyo objetivo principal es asegurar el desarrollo del atleta a nivel provincial, para que sea capaz de participar en eventos deportivos nacionales cumpliendo con los mejores estándares de formación. Para cumplir con este principal propósito, las Federaciones Provinciales se articulan con las asociaciones deportivas provinciales y ligas deportivas cantonales, aseguran el desarrollo de los deportes a cargo de cada una de las asociaciones, y administran y mantienen las instalaciones deportivas en buenas condiciones, para garantizar el uso de las mismas de manera eficiente y solidaria.

Las Federaciones Deportivas Provinciales son las principales organizaciones del deporte formativo, su enfoque se resume en formar a deportistas con potencialidades físicas y técnicas en atletas disponibles para iniciar un proceso de alto rendimiento, para lo cual reciben recursos públicos y se autofinancian de forma privada. Estas organizaciones compiten entre sí en un ámbito nacional, con una periodicidad anual en diferentes categorías y disciplinas deportivas, lo cual permite medir de forma continua el rendimiento deportivo de estas instituciones.

El objetivo de esta investigación es analizar la eficiencia de las Federaciones Deportivas Provinciales del Ecuador, mediante la aplicación de un Análisis de Datos Envolvente (DEA) considerando diversos factores como la inversión y los recursos disponibles, y su incidencia en los resultados deportivos nacionales para el año 2015.

---

## **2. Aplicación del método DEA en el deporte**

Existe evidencia en la literatura de la economía del deporte sobre la aplicación del método DEA, con un enfoque hacia la evaluación de los resultados deportivos y los recursos puestos a disposición para alcanzarlos. Es así que se puede mencionar una serie de trabajos aplicados a diferentes disciplinas deportivas como: el béisbol, el fútbol americano, el tenis de campo, la fórmula uno y el fútbol, los cuales se describen a continuación.

Lewis, Sexton, y Lock (2007), estudiaron los salarios de los jugadores, la eficiencia organizacional y la competitividad en las Grandes Ligas de Béisbol (MLB). Los autores utilizaron un modelo de DEA en dos etapas para determinar el salario mínimo total del jugador, que se requiere para ser competitivo desde 1985. Luego examinaron las tendencias de este salario y determinaron cuántos equipos no fueron competitivos cada año, debido al bajo salario total del jugador. Por último, examinaron la relación entre la competitividad y el tamaño del mercado.

Collier, Johnson y Ruggiero (2010) aplicaron un modelo VRS DEA, orientado al output para analizar la eficiencia de la producción del fútbol americano, para lo cual tomaron los datos de los 32 equipos que participaron en la temporada regular de la Liga Nacional de Fútbol Americano (NFL), y encontraron resultados significativamente diferentes de los que proporcionaron los métodos estándar del DEA u otros paramétricos, por lo que concluyen que el método utilizado contrarresta la cuestión de la endogeneidad con respecto a las estimaciones de eficiencia y, por lo tanto, evitan sobrestimar la ineficiencia.

Ruiz, Pastor D. y Pastor J. (2011) evaluaron el desempeño de los tenistas profesionales desde la perspectiva de la eficiencia de su juego, utilizando el análisis DEA. Mediante la aplicación del método DEA generaron un índice del rendimiento general de los jugadores basado en las estadísticas ATP, con respecto a los diferentes aspectos del juego. El análisis de benchmarking del DEA también permitió identificar fortalezas y debilidades del juego de los jugadores. Para el ranking de jugadores, los autores utilizaron la evaluación de eficiencia cruzada, que compara a los jugadores en una evaluación de pares con diferentes patrones de juego.

Gutiérrez y Lozano (2012) evaluaron la eficiencia relativa de los equipos que participan en el

Campeonato Mundial de Constructores de Fórmula Uno (F1), empleando un método no paramétrico basado en el análisis DEA. El objetivo del trabajo fue medir el rendimiento de cada constructor, comparando su eficiencia con respecto a todos los otros constructores competidores. El estudio empleó datos financieros y de desempeño para evaluar la proximidad de los constructores a la frontera de mejores prácticas. El análisis se realizó considerando los resultados de las temporadas de F1 de 2003, 2006, 2008, 2010 y 2011. Los resultados revelaron que se debe hacer una reducción sustancial en el presupuesto de los constructores, a lo largo de las temporadas, para ser eficientes en comparación con los puntos de referencia identificados.

Zambom-Ferraresi, García-Cebrián, Lera-López, y Iráizoz (2015) analizaron el rendimiento deportivo de los equipos de fútbol europeo que participaron en la Champions League (UCL), durante las últimas 10 temporadas (2004-2005 a 2013-2014). La eficiencia técnica se estimó utilizando modelos DEA y se tomaron los datos proporcionados por la Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol (UEFA), para medir los resultados deportivos. Los hallazgos muestran, en primer lugar, que existe un alto nivel de ineficiencia en la UCL durante el período estudiado, sólo el 10% de los equipos parece ser eficiente. En segundo lugar, el campeón siempre es eficiente. En tercer lugar, se identificó dos fuentes de ineficiencia: el derroche de recursos deportivos y la selección de tácticas deportivas.

---

### **3. Determinantes del resultado deportivo**

En la literatura económica existen diversos estudios que identifican las variables que definen el resultado deportivo y, por otra parte, los factores o insumos que contribuyen a alcanzar o explicar ese rendimiento logrado. Se ha considerado una serie de estudios que tiene como objetivo explicar la eficiencia mediante un conjunto de variables explicativas, los cuales son revisados a continuación.

Johnson y Ali (2000) analizaron los factores económicos y políticos que determinan la participación de los países en Juegos Olímpicos desde 1950, el resultado fue medido con base en las medallas obtenidas en cada uno de los eventos de verano, y se evaluaron diversas variables explicativas como PIB per cápita, población, si es país anfitrión o próximo al mismo, sistema político; entre otros aspectos. En el 2002, Johnson y Ali extienden su estudio comparativo de los factores que inciden en el desempeño de los países en los Juegos Olímpicos a los torneos de inviernos, e introducen una nueva variable que es el clima.

Moosa y Smith (2004) analizaron las variables que determinan el desempeño de los países en los Juegos Olímpicos de Sydney 2000, considerando once variables, entre indicadores de desarrollo económico y de la actividad deportiva. Los autores definieron como variables explicativas a la población, PIB, número de atletas, proporción de la población mayor a 65 años, proporción de población urbana, gasto en defensa como porcentaje del PIB, gasto en salud como porcentaje del PIB, gasto en educación como porcentaje del PIB, gasto en salud per cápita, esperanza de vida al nacer, oferta calórica diaria per cápita, número de médicos por 100 habitantes y el índice de desarrollo del género.

Rathke y Woitek (2007) aplicaron un modelo de análisis de frontera estocástica para estimar la distancia que existe desde los países hasta la frontera de producción de éxitos en Juegos Olímpicos, desde los años 1950s; midiendo el éxito mediante la participación en medallas y diplomas olímpicos, y considerando como inputs a la población y al PIB. Entre sus hallazgos señalan que existen factores que marcan las diferencias entre los países, como el financiamiento para el deporte, métodos de organización, la organización y la cultura.

Buts, Du Bois, Heyndels, y Jegers (2011) analizaron los determinantes del éxito de un país en los Juegos Paralímpicos, utilizando datos de cuatro ediciones, a partir de 1996. A través de un modelo Tobit, los autores encuentran que el producto interno bruto (PIB) per cápita, la población, relación del número de participantes por cada millón de habitantes, ser un antiguo país comunista, anfitrión de los Juegos Paralímpicos, ser un antiguo anfitrión, y la superficie

está positivamente relacionada con el éxito medido por el número (ponderado) de medallas ganadas. Otras variables fueron analizadas en este trabajo como la altitud y la temperatura.

Como conclusión de los trabajos anteriormente revisados, y los de otros autores como Lozano, Villa, Guerrero y Cortés (2002); Hoffmann, Ging, y Ramasamy (2004); Bernard and Busse (2004); Wu, Zhou y Liang (2009); Celik y Gius (2014), se puede establecer que las variables más significativas que determinan el resultado deportivo son la población y el PIB, puesto que reflejan el tamaño de una nación y de su economía. Adicionalmente destacan otras variables significativas como el número de atletas y el presupuesto de gasto asignado para la actividad. La principal conclusión de los estudios es que el desempeño de los países en las Olimpiadas está fuertemente explicado por el tamaño de la economía y los recursos disponibles para el deporte, presentando una adecuada bondad de ajuste con el desempeño olímpico.

---

## 4. Metodología

En la actualidad, una de las mayores incógnitas es la medición de la eficiencia en la ejecución de algún programa, puesto que se busca obtener información sobre la continuidad, eliminación o mejoramiento del mismo. Es por ello que, Farrell (1957), indicó que la eficiencia debía ser medida de tres formas, mediante la eficiencia técnica, eficiencia asignativa y la eficiencia económica.

La eficiencia técnica indica la maximización de resultados con una mínima inclusión de insumos, para el desempeño de la actividad. La eficiencia asignativa considera la inserción de los insumo, en relación al costo de los mismos. Y la eficiencia económica representa la combinación de los dos casos anteriores (Coelli, 1996).

Para la existencia de unidades eficientes, los datos que se utilizan para reflejar la eficiencia de carácter relativo entre insumos y resultados se conocen como DMU (*Decision Making Units*), o también denominados Unidades Organizacionales en la toma de decisiones; las cuales son las resultantes del número de inputs (insumos) y outputs (resultados) (Perdomo & Mendieta, 2007).

El número de inputs y de outputs responde a una estructura microeconómica de rendimientos a escala constante, donde el incremento tanto de inputs y outputs es relativamente igual. Lo que indica que los datos pueden tener una representación de una curva isocuantas, para graficar el comportamiento relativo de las unidades. Además, se considera en los modelos de eficiencia que la función de producción es conocida (Coll & Blasco, 2000).

El análisis de la eficiencia puede ser representado por la forma de una función que indique la frontera eficiente de las unidades. Esta frontera es estimada de dos formas, mediante un análisis envolvente de datos o por elementos estocásticos.

El gráfico 1 indica la aportación realizada por Farrell en la elaboración del diseño de la frontera, que consistió en que la cantidad incluida de inputs, constituida por el punto B, contribuye a la generación de outputs; donde la eficiencia técnica se representa en la distancia entre AB. Lo que implica que es el punto donde se pueden reducir inputs sin disminuir la cantidad de outputs.

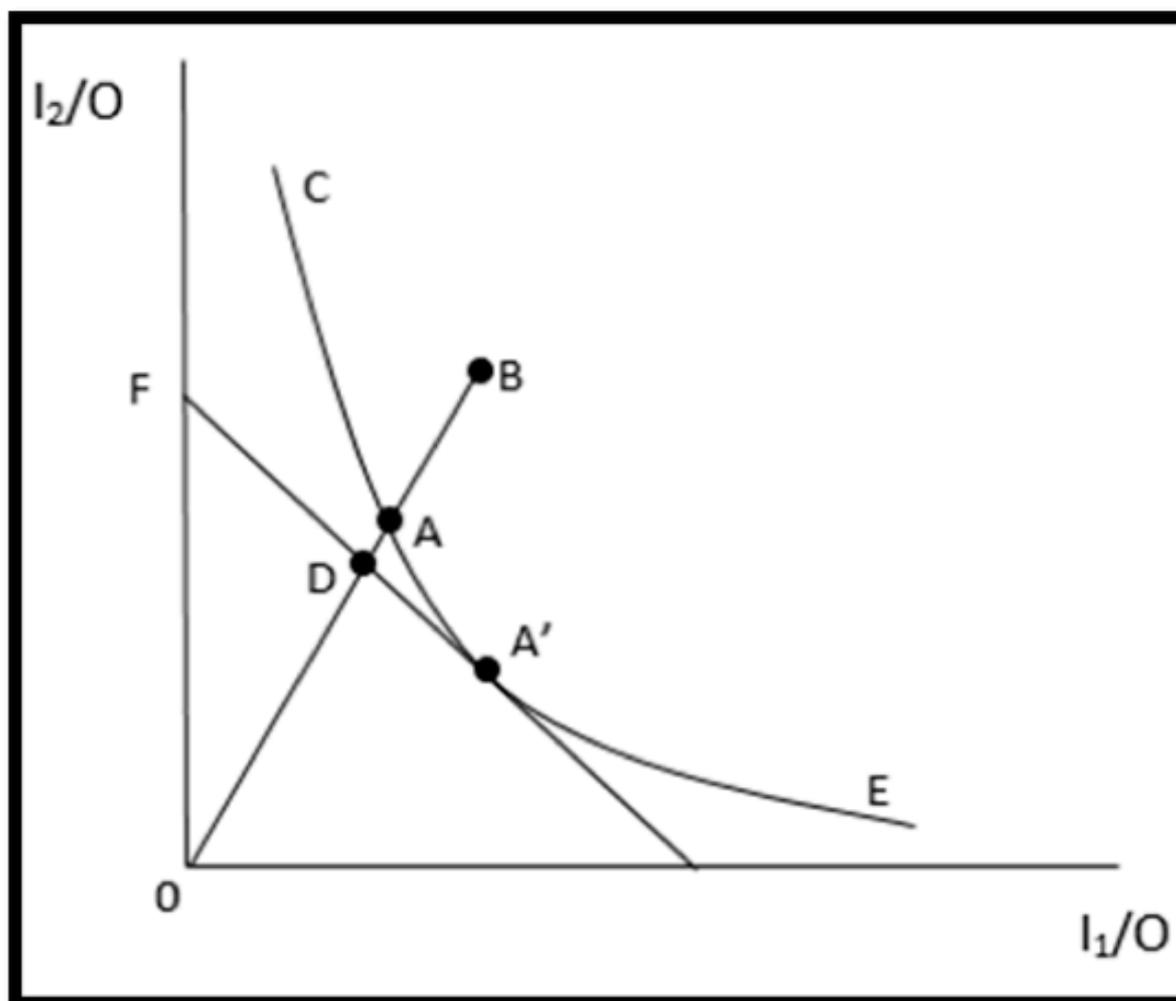
En este sentido la eficiencia técnica se representa por la relación proporcional entre A y B; y el DMU que sea eficiente estará dado por la relación entre la distancia de AB con respecto a B, que fluctúa entre un rango de 0 a 1, donde 1 se constituye como la representación de las DMU que se encuentren dentro de la frontera y en la línea de las isocuantas.

Las unidades C y E se encuentran dentro de la frontera, pero podrían considerarse como uno de los problemas de medición que tiene la metodología de eficiencia técnica, debido a que pueden ser datos atípicos de los inputs.

La unidad D es considerada como un punto ineficiente, puesto que la conjunción de los inputs es superior a los outputs, lo que implica que la DMU requiere un mayor grado de insumo lo que podría traducirse en un aumento de esfuerzo, para la obtención de los resultados obtenidos en

relación con las unidades eficientes.

**Gráfico 1 Frontera**



**Elaborado por:** Autores

La metodología DEA o también conocida como análisis envolvente de datos establecida por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), es una ampliación del trabajo de análisis de la frontera realizado por Farrell, en un modelo de programación matemática que se fundamenta en la existencia de una unidad que requiere menos inputs que outputs. Además, se lo consideró con la denominación de envolvente, producto del conjunto de inputs y outputs que poseen diversas unidades, y la capacidad de establecer proyección a las unidades ineficientes con respecto a las eficientes.

Cordero, Pedraja y Salinas (2011) consideran que el análisis envolvente de datos es la maximización del nivel de producción, mediante el cálculo de unidades observables que son ineficientes. De la misma forma, indican que la frontera es un aspecto que no es posible visualizar, mediante la comparación de DMUs que poseen una mayor cantidad de inputs que otras con el mismo número de outputs.

El DEA se inició con la finalidad de determinar la eficiencia técnica en organizaciones sin fines de lucro, sin embargo, a medida que las investigaciones con esta metodología empezaron a incrementar el modelo incursionó en aspectos del sector financiero, desde el punto de vista de los bancos y aseguradoras; en el campo educativo, de la salud, seguridad, informática, industrial, agricultor, turístico, y deportivo (Coll & Blasco, 2000).

La medición de la eficiencia abarca dos métodos de carácter estadístico, los cuales son técnicas paramétricas y no paramétricas.

Por ello, en la tabla 1, se muestra la evolución histórica de la distinción de los diferentes métodos y aportes de medición de la eficiencia, donde se considera que desde 1960 se introduce el aporte paramétrico sin consideración de las fronteras de producción. Posterior a esa década, las fronteras de producción entran en el plano histórico de la medición de la eficiencia. Sin embargo, durante los primeros años de los 80s, los problemas más

controversiales que se generaban en los estudios era la consideración del término de error como medida ineficiente.

Por ello, como se comentó con anterioridad, la aportación de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), cambió el concepto de la medición paramétrica para sustituirla por las estimaciones de carácter no paramétrico.

Tabla 1: Historia de la metodología DEA

<i>Año</i>	<i>Autor</i>	<i>Método</i>	<i>Aportación</i>
1960	Tintner	Paramétrico	Realiza una programación lineal no estocástica
1971	Timmer	Paramétrico	Considera las fronteras de producción para la medición de eficiencia técnica
1972	Afriat	Paramétrico	El término de error en la función de producción es un aspecto de ineficiencia
1974	Richmond	Paramétrico	Presenta una función de producción donde la variable dependiente es un output, y las independientes son los inputs
1977	Aigner, Lovell y Schmidt	Paramétrico	El término de error en la función de producción no se distribuye de forma normal
1977	Meeusen y Van den Broeck	Paramétrico	El término de error en la función de producción es compuesto
1978	Charnes, Cooper y Rhodes	No paramétrico	Incorpora el análisis envolvente de datos
1990	Seiford y Thrall	No paramétrico	Considera que el DEA es un método idóneo para determinar la eficiencia

**Elaborado por:** Autores

Según Pedraja y Salinas (2004), los métodos paramétricos son aquellos que poseen una especificación a priori de una forma funcional, donde la estimación de sus parámetros permite determinar si las observaciones están por encima o por debajo de esa función, es decir que esa función es la determinante de la eficiencia.

Por otro lado, Pedraja y Salinas (2004) indican que los métodos no paramétricos no poseen una especificación a priori de una forma funcional, sino que tienen características que cumplen la conjunción de inputs y output de un conjunto de producción. En estos métodos, puesto que los datos no son estimados sino que se evalúan si cada punto observado puede considerarse o no dentro de la frontera.

Además, en el aporte actualizado de Cordero et al. (2011) se afirma que los métodos paramétricos involucran estimaciones econométricas de los parámetros de una función estadística, que contiene un término estocástico. Sin embargo, los métodos no paramétricos no

requieren una función de producción, y no poseen un componente de errores aleatorios. Los métodos paramétricos se determinan por una función de producción, que puede ser determinista o estocástica.

Los deterministas se presentan de la siguiente forma:

$$Y = f(x) - v$$

Donde  $v > 0$  es una perturbación aleatoria que mide la distancia de cada unidad a la frontera de producción. Es decir, que la distancia simboliza por su varianza en el error la ineficiencia de cada unidad.

Por otro lado, las estocásticas se determinan por la siguiente forma:

$$Y = f(x) + \epsilon$$

Donde el término  $\epsilon$  es la agrupación de dos componentes, uno aleatorio que representa sucesos que no son controlables por la unidad ( $v$ ), y por la varianza de cada unidad con respecto a la media de los parámetros poblacionales ( $u$ ). Es decir que,  $\epsilon = v + u$

Los métodos no paramétricos están dados de dos formas distintas, una determinística y otra subjetiva o ad hoc. La determinística considera el análisis envolvente de datos, debido a que permite la inclusión de más de un input en el análisis de eficiencia técnica, en términos del número de output. Y otra forma incorpora opiniones de expertos para analizar el conjunto de inputs y outputs.

El análisis DEA presenta ciertas limitantes en sus estimaciones, entre éstas se encuentra la sensibilidad a datos atípicos, que exista asimetría en la información; los resultados solo se pueden analizar en un periodo puntual, la comparación de la eficiencia de los datos no incluye el error como factor de su determinación (Perdomo & Mendieta, 2007).

Además, Pino-Mejías, Solís-Cabrera, Delgado-Fernández y Barea-Barrera (2010) indican que existen otras condiciones para la posible realización del DEA, entre las cuales se considera el hecho de que las unidades a analizar deben poseer características homogéneas para que puedan ser sujetas a comparación, y tener un balance numérico suficiente en la inclusión de inputs y outputs que sea menor al tamaño muestral.

Charnes et al. (1978) consideran que para que se pueda efectuar un DEA, el tamaño de la muestra debe ser inferior o igual a tres veces la sumatoria de inputs y outputs. Sin embargo, en un estudio más actualizado, Golany y Roll (1989) proponen que la condición debe ser que el tamaño muestral sea inferior o igual al duplo de la sumatoria de inputs y outputs.

Los índices de eficiencia que tiene cada unidad en el DEA se calculan mediante una razón de la suma ponderada entre outputs e inputs.

$$ET = \frac{\sum_{i=0}^n O}{\sum_{i=0}^n I}$$

Donde:

$ET$  = Eficiencia Técnica

$O$  = Outputs

$I$  = Inputs

Obteniendo cada una de las unidades se procede a realizar una programación matemática, donde se obtiene el nivel de eficiencia. Por ello, si se consideran unidades homogéneas, como se lo expuso con anterioridad, cada unidad que se someterá al análisis posee un número determinado de inputs y output; especificados de la siguiente forma:

$$\begin{array}{ll} \text{Inputs} & (I_1 \dots \dots I_n) \\ \text{Outputs} & (O_1 \dots \dots O_n) \end{array}$$

Estas unidades se maximizan para poder encontrar la optimización de la eficiencia, tal como se presenta en la siguiente forma:

$$\gamma_0 \max = \frac{\sum_{h=1}^g \omega_h O_{h0}}{\sum_{i=1}^t v_i I_{i0}}$$

$$\text{Sujeto a} = \frac{\sum_{h=1}^g \omega_{h0} O_{hj}}{\sum_{i=1}^t v_{i0} I_{ij}} < 1$$

Donde:

$$j = 0, \dots, n$$

$$\omega_{h0} \geq 0;$$

$$v_{i0} \geq 0;$$

$$h = 1, \dots, g$$

$$i = 1, \dots, t$$

$\gamma_0$  = indicador de eficiencia

$g$  = número total de Outputs

$t$  = número total de Inputs

$\omega_h$  = peso de los Outputs

$v_i$  = peso de los Inputs

$j$  = unidades incluídas en el modelo

La limitación que se presenta es que las unidades deben variar entre 0 y 1, por ningún motivo puede pasar el 100% de eficiencia las DMUs estimadas.

El DEA es una técnica que posee diversas ventajas frente a otro tipo de método para medir la eficiencia.

- Es una técnica flexible desde el hecho que asume una función de producción para medir la eficiencia técnica.
- Permite la inclusión de diversos inputs y outputs.
- Permite obtener información sobre una unidad o una combinación de unidades.
- No es necesaria la inclusión de datos referentes a precios como output del modelo.
- Permite variables continuas y discretas para el cálculo de cada una de las unidades eficientes.
- Es el método paramétrico de menor sensibilidad a errores de especificación.
- Posee sencillez en su aplicación.
- Genera información para la evaluación de economías a escala.

La aplicación de la metodología DEA se realizó mediante el software DEAP versión 2.1, que se consideró para las 24 Federaciones Deportivas Provinciales de Ecuador. Los datos que

corresponden a los inputs y outputs se muestran en la tabla 2. Los outputs son las medallas de oro, plata y bronce obtenidas en el año 2015 por cada organismo deportivo en los Juegos Nacionales organizados por el Ministerio de Deporte, para las categorías de Menores, Prejuveniles y Juveniles. Los inputs corresponden al presupuesto anual asignado por el Ministerio de Deporte para el financiamiento de las actividades del organismo deportivo, el número de deportistas participantes en los Juegos Nacionales en el año 2015 por cada federación provincial, la población entre 5 y 19 años de cada provincia, y el Valor Agregado Bruto no petrolero de cada provincia en el año 2015.

Tabla 2: Variables DEA

<i>Variables</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Unidad de Medida</i>
Output 1	Medallas de Oro	Unidades
Output 2	Medallas de Plata	Unidades
Output 3	Medallas de Bronce	Unidades
Input 1	Presupuesto 2015	Dólares
Input 2	Número de Deportistas	Unidades
Input 3	Población de 5 a 19 años	Unidades
Input 4	VAB No Petrolero 2015	Miles de Dólares

**Elaborado por:** Autores

Los datos considerados para cada una de las variables según la Federación Deportiva Provincial, se presenta a continuación en la tabla 3.

Tabla 3: Inputs-Outputs

<i>Provincias</i>	<i>Output 1</i>	<i>Output 2</i>	<i>Output 3</i>	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>	<i>Input 3</i>	<i>Input 4</i>
Azuay	52	76	81	\$ 2.236.171,99	916	222282	\$ 4.885.760,13
Bolívar	3	8	15	\$ 711.642,40	303	61683	\$ 530.819,82
Cañar	4	18	26	\$ 989.814,76	382	75962	\$ 980.271,72
Carchi	41	33	35	\$ 748.004,85	572	50602	\$ 703.629,99
Chimborazo	16	29	47	\$ 1.451.360,63	695	148122	\$ 1.808.975,04

Cotopaxi	16	12	20	\$ 1.230.669,38	498	136355	\$ 1.700.065,63
El Oro	42	40	37	\$ 1.709.569,76	805	183606	\$ 3.241.930,20
Esmeraldas	30	36	45	\$ 1.355.569,13	701	188152	\$ 2.082.849,12
Galápagos	4	1	5	\$ 387.479,36	102	6892	\$ 217.721,48
Guayas	228	192	164	\$ 9.968.045,66	1024	1074777	\$ 24.902.461,01
Imbabura	37	44	67	\$ 1.405.108,92	649	127812	\$ 1.897.345,93
Loja	17	32	39	\$ 1.381.865,27	659	144501	\$ 1.808.455,01
Los Ríos	23	36	46	\$ 2.119.720,48	606	251855	\$ 3.570.287,66
Manabí	33	49	75	\$ 3.512.104,41	781	439199	\$ 5.293.691,99
Morona Santiago	12	14	24	\$ 1.519.023,32	516	57067	\$ 438.864,97
Napo	30	23	35	\$ 1.295.917,31	538	38358	\$ 375.940,80
Orellana	10	11	29	\$ 1.480.644,32	379	48960	\$ 409.718,73
Pastaza	31	21	28	\$ 1.133.929,58	325	30469	\$ 335.510,71
Pichincha	240	165	172	\$ 8.332.119,31	1023	724883	\$ 26.059.054,20
Santa Elena	3	10	16	\$ 1.013.418,25	358	97572	\$ 924.298,99
Santo Domingo De Los Tsachilas	35	43	48	\$ 1.063.973,40	408	121934	\$ 1.801.417,59
Sucumbíos	13	19	25	\$ 1.806.997,01	353	61633	\$ 691.300,66

Tungurahua	24	19	45	\$ 1.531.606,80	567	147286	\$ 2.643.179,90
Zamora Chinchipe	3	14	18	\$ 1.043.738,82	348	34109	\$ 282.348,71

**Elaborado por:** Autores

## 5. Resultados

La tabla 4 muestra los resultados obtenidos, posterior a la estimación del DEA para los datos de las Federaciones Deportivas Provinciales, y se observa que siete Federaciones representan DMUs eficientes; entre las cuáles se encuentran: Carchi, Guayas, Imbabura, Napo, Pastaza, Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas.

Se puede observar que la eficiencia técnica del deporte amateur en Ecuador se encuentra en promedio en un 77%. Por debajo de la media se sitúa el 50% de las Federaciones, como Bolívar, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, El Oro, Esmeraldas, Galápagos, Loja, Los Ríos, Morona Santiago, Santa Elena, Sucumbíos y Tungurahua.

Por otro lado, las DMUs que están por debajo del nivel de eficiencia técnica, pero son superiores a la media provincial, son: Azuay, Manabí, Orellana, y Zamora Chinchipe.

Tabla 4: Eficiencia Técnica

<i>Provincias</i>	<i>Indicador de Eficiencia</i>
Azuay	0,892
Bolívar	0,587
Cañar	0,680
Carchi	1,000*
Chimborazo	0,702
Cotopaxi	0,387
El Oro	0,616
Esmeraldas	0,711
Galápagos	0,765
Guayas	1,000*
Imbabura	1,000*
Loja	0,636

Los Ríos	0,626
Manabí	0,779
Morona Santiago	0,623
Napo	1,000*
Orellana	0,884
Pastaza	1,000*
Pichincha	1,000*
Santa Elena	0,445
Santo Domingo De Los Tsachilas	1,000*
Sucumbíos	0,747
Tungurahua	0,709
Zamora Chinchipe	0,794
<i>mean</i>	0,774

**Elaborado por:** Autores  
\*DMUs Eficientes

Un aspecto curioso radica en el hecho de que solo dos Federaciones Deportivas, ubicadas entre las diez que perciben un mayor ingreso presupuestario por parte del Estado ecuatoriano, son eficientes. Mientras, que las cinco Federaciones eficientes restantes poseen un presupuesto inferior a la media presupuestaria provincial. Por lo tanto, el manejo del gasto público en varias Federaciones no ha sido el más idóneo para impulsar el logro deportivo.

## 6. Discusión

La revisión de la literatura sobre la eficiencia en la relación de los resultados deportivos nos muestra estudios que utilizan el método DEA, aplicado a los países participantes en los Juegos Olímpicos, de los cuales podemos destacar los siguientes trabajos.

Lozano et al. (2002) midieron el desempeño de las naciones participantes en cinco Juegos Olímpicos de Verano (Los Ángeles 1984, Seoul 1988, Barcelona 1992, Atlanta 1996, y Sydney 2000), mediante un modelo DEA. Esta investigación toma en consideración dos inputs como son el Producto Interno Bruto (PIB) y la población, y tres outputs o resultados como son medallas de oro, medallas de plata y medallas de bronce. Con la finalidad de aumentar la consistencia de los resultados, se incluyen restricciones que garantizan una mayor valoración a las medallas de oro en relación a las medallas de plata, y superior que a las de bronce. Entre sus conclusiones destaca la trayectoria positiva de los países, sustentada en los inputs como factores que inciden positivamente.

Lins, Gomes, Soares de Mello, y Soares de Mello (2003) desarrollaron una investigación en la que propusieron un ranking alternativo de los países participantes en los Juegos Olímpicos de

Sydney 2000, medido con base en las medallas obtenidas según los recursos disponibles. La técnica empleada en este estudio es un modelo clásico del DEA como punto de partida para el desarrollo, y luego emplearon un modelo modificado del mismo que se denomina modelo DEA beneficio suma cero. Los inputs considerados en este estudio son la población y el PIB, y el número de medallas de todos los tipos es estimado como output.

Wu et al. (2009) evaluaron el desempeño de los países que participaron en los Juegos Olímpicos de verano en Beijing 2008, mediante la aplicación de un modelo DEA de valor entero. Los autores consideran como insumos del modelo o variables inputs a la población y al Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, y como outputs al número de medallas de oro, plata, bronce ganadas en estas olimpiadas. Las conclusiones del estudio señalan que el DEA es una técnica útil para medir la eficiencia, la importancia de considerar los datos de valor entero en la medición del desempeño y la clasificación de los Juegos Olímpicos.

A diferencia de los otros estudios que aplican el DEA, el presente artículo incorpora inputs como el número de deportistas. Puesto que, al existir un mayor número de personas en un deporte las características de reemplazo y selección son mayores en una entidad deportiva con respecto a otra que carece de aquello, aumentando su potencial de obtener medallas.

Asimismo, la inclusión del presupuesto asignado a las Federaciones Deportivas Provinciales responde a las características de eficiencia de la correcta ejecución de los recursos públicos. De igual forma, indica que una entidad con un mayor insumo monetario tiene la posibilidad de destinar mejores recursos en incentivos, implementación deportiva, áreas de práctica deportiva; entre otros, que permitan el logro de los mejores resultados.

La consideración de la variable población entre 5 y 19 años de edad indica un aspecto diferenciador y relevante, en el hecho de que todas las investigaciones realizadas para el deporte solo incorporan a la población total. Sin embargo, para los diferentes niveles deportivos las edades son sustanciales en la inmersión de un individuo para la formación, y el desarrollo de habilidades para la práctica competitiva. Además, considerar la población indica que las entidades con una mayor población tienen la oportunidad de poseer un mayor número de candidatos para seleccionar en los deportes, donde la competencia de talento de cada uno de los postulantes es mucho más exigente que aquellas entidades con menor población.

Finalmente, un aspecto interesante e innovador no solo en relación al análisis deportivo sino también a la realización de las investigaciones en el contexto ecuatoriano, es el enfoque provincial que presenta el estudio, puesto que en este campo territorial las aportaciones y la información son escasas.

---

## Referencias bibliográficas

- Afriat, S. N. (1972). Efficiency estimation of production functions. *International Economic Review*, 568-598.
- Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.
- Arias, F. G. (2009). Economía y Deporte. Analogía entre el sistema económico y el deporte de élite. *Revista Actividad Física y Ciencias*, 1(1), 1-27.
- Bernard, A. B., & Busse, M. R. (2004). Who wins the Olympic Games: Economic resources and medal totals?. *Review of Economics and Statistics*, 86(1), 413-417.
- Buts, C., Du Bois, C., Heyndels, B., & Jegers, M. (2011). Socioeconomic Determinants of Success at the Summer Paralympics. *Journal of Sports Economics*, 14(2), 133-147.
- Cabello, D.; Rivera, E.; Trigueros, C. & Pérez, I. (2011). Análisis del modelo del deporte federado español del siglo XXI. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11(44), 690-707.
- Celik, O. B. & Gius, M. (2014). Estimating the Determinants of Summer Olympic Game

Performance. *International Journal of Applied Economics*, 11(1), 39-47.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.

Coelli, T. (1996). A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia.

Coll, V., & Blasco, O. M. (2000). Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos. Juan Carlos Martínez Coll.

Collier, T., Johnson, A. & Ruggiero, J. (2010). Measuring Technical Efficiency in Sports. *Journal of Sports Economics*, 12(6), 579-598.

Cordero, J., Pedraja, F., & Salinas, J. (2011). Efficiency assessment of real estate cadastral offices using DEA. *International Review of Administrative Sciences*, 77(4), 802-824.

Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.

Gutiérrez, E. y Lozano, S. (2012). A DEA Approach to Performance-Based Budgeting of Formula One Constructors. *Journal of Sports Economics*, 15(2), 180-200.

Hoffmann, R., Ging, L. C., & Ramasamy, B. (2004). Olympic success and ASEAN countries: Economic analysis and policy implications. *Journal of Sports Economics*, 5(3), 262-276.

Johnson, D. K. N. & Ali, A. (2000). Coming to Play or Coming to Win: Participation and Success at the Olympic Games. Working Papers/Wellesley College, Department of Economics, No. 2000-10. Recuperado de: <https://ssrn.com/abstract=242818> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.242818>.

Johnson, D. K. N. & Ali, A. (2002). A Tale of Two Seasons: Participation and Medal Counts at the Summer and Winter Olympic Games. Working Papers/Wellesley College, Department of Economics, No. 2002-02. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10419/23233>

Lewis, H., Sexton, T. & Lock, K. (2007). Player Salaries, Organizational Efficiency, and Competitiveness in Major League Baseball. *Journal of Sports Economics*, 8(3), 266-294.

Ley del Deporte, Educación Física y Recreación. Asamblea Nacional del Ecuador (2010).

Lins, M. P. E., Gomes, E. G., Soares de Mello, J. C. C. B., & Soares de Mello, A. J. R. (2003). Olympic ranking based on a zero sum gains DEA model. *European Journal of Operational Research*, 48(2), 312-322.

Lozano, S., Villa, G., & Cortés, P. (2002). Measuring the performance of nations at summer Olympics using data envelopment. *Journal of the Operational Research Society*, 53(5), 501-511

Meeusen, W., & Van den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International economic review*, 435-444.

Moosa, I. A. & Smith, L. (2004). Economic Development Indicators as Determinants of Medal Winning at the Sydney Olympics: An Extreme Bounds Analysis. *Australian Economic Papers*, 43(3), 288-301.

Pedraja, F., & Salinas, J. (2004). La evaluación de la eficiencia en el sector público mediante aproximaciones no paramétricas: algunas reflexiones metodológicas. *Evaluación de la eficiencia del sector público. Vías de aproximación*. Madrid: Fundación de las Cajas de Ahorros.

Perdomo, J., & Mendieta, J. (2007). Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero de colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 60, 1-45.

Pino-Mejías, J. L., Solís-Cabrera, F., Delgado-Fernández, M., & Barea-Barrera, R. (2010). Evaluación de la eficiencia de grupos de investigación mediante análisis envolvente de datos (DEA). *El profesional de la información*, 19(2), 160-167.

Rathke, A., & Woitek, U. (2008). Economics and the summer Olympics: An efficiency analysis. *Journal of Sports Economics*, 9(5), 520-537.

- Reyes Bossio, M. (2006). Política deportiva: factores reales del sistema deportivo. LIBERABIT, 12(12), 87-94.
- Richmond, J. (1974). Estimating the efficiency of production. International economic review, 15(4), 515-521.
- Ruiz, J. L., Pastor D. & Pastor J. T. (2011). Assessing Professional Tennis Players Using Data Envelopment Analysis (DEA). Journal of Sports Economics, 14(3), 276-302.
- Seiford, L. M., & Thrall, R. M. (1990). Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. Journal of econometrics, 46(1), 7-38.
- Timmer, C. P. (1971). Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. The Journal of Political Economy, 79(4), 776-794.
- Tintner, G. (1960). A note on stochastic linear programming. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 28(3), 490-495.
- Wu, J., Zhou, Z. & Liang, L. (2009). Measuring the Performance of Nations at the Beijing Summer Olympics Using an Integer-Valued DEA Model. Journal of Sports Economics, 11(5), 549-566.
- Zambom-Ferraresi, F., García-Cebrián, L. I., Lera-López, F. y Iráizoz, B. (2015). Performance Evaluation in the UEFA Champions League. Journal of Sports Economics, 1-23. doi: 10.1177/1527002515588135.

---

1. Docente de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Doctor en Ciencias Empresariales y Máster en Creación y Dirección de Empresas por la Universidad Antonio de Nebrija (España). Email: [xavier.jacome@cu.ucsg.edu.ec](mailto:xavier.jacome@cu.ucsg.edu.ec)

2. Docente de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Máster en Desarrollo Económico y Políticas Públicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Especialista en fiscalidad y finanzas. Participante en proyectos de investigación SINDE. Email: [jorge.delgado@cu.ucsg.edu.ec](mailto:jorge.delgado@cu.ucsg.edu.ec)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 29) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados