

**MEDIDA DEL DESEMPEÑO DE LOS PAÍSES PARTICIPANTES
EN LOS XX JUEGOS
CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE**

VÍCTOR MANUEL QUESADA IBARGÜEN*.
JUAN CARLOS VERGARA SMALBACH**.
GABRIEL VILLA CARO***.

RESUMEN

El evento deportivo "Juegos Centroamericanos y del Caribe" JCAC, en su versión número XX, convocó, en Cartagena de Indias (Colombia), a treinta y dos países del área, los cuales compitieron en múltiples disciplinas, siendo Cuba el que logró ubicarse en el primer puesto de la medallera, seguido por México, Venezuela y Colombia.

En este trabajo se establece el desempeño logrado por los países participantes en los XX JCAC, apartándonos del análisis de la tradicional clasificación simple por medallas ganadas, e involucrando a cambio, variables que se consideran determinantes del desempeño deportivo de las naciones, como su producto interior, el tamaño de su población y el número de deportistas por país, usando la metodología del Análisis Envoltante de Datos, DEA (por sus siglas del inglés).

Los resultados muestran que muy pocos de los países, que por el número de medallas ganadas ocupan puestos de privilegio, lo conservan si se mira su desempeño bajo el enfoque del DEA.

Palabras claves: *Evento deportivo, eficiencia, DMU, DEA.*

* Dr. Ingeniero. Grupo Métodos Cuantitativos de Gestión, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Cartagena. Campus Piedra de Bolívar, s/n, Cartagena de Indias, Colombia.
E-mail: quesastoque@une.net.co

** MS^o Ingeniero. Grupo Métodos Cuantitativos de Gestión, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Cartagena. Campus Piedra de Bolívar, s/n, Cartagena de Indias, Colombia.

E-mail: juancarlosvergaras@yahoo.com.mx

*** Dr. Ingeniero. Escuela Superior de Ingenieros, Universidad de Sevilla. Camino de los Descubrimientos, s/n, 41092 Sevilla, España.

E-mail: gvilla@esi.us.es

ABSTRACT

The sports event " Juegos Centroamericanos y del Caribe ", JCAC, in their version number XX, called, in Cartagena de Indias (Colombia), to thirty-two countries of the area, which they competed in multiple disciplines, being Cuba the one that managed to locate in the first position of the earned medals, followed by Mexico, Venezuela and Colombia.

In this work the performance achieved by the member countries is established in the XX JCAC, setting apart the analysis of the traditional simple classification by earned medals and involving to change in the analysis, variables that determinants of the sports performance of the nations are considered like their domestic product, the size of their population and the number of sportsmen by country, using the methodology of the Data Envelopment Analysis,. The results show that very few of the countries that by number of medals occupy positions of privilege; they conserve it after a look to their performance through that of.

Keywords: *Sports event, efficiency, DMU, DEA.*

INTRODUCCIÓN

En el Congreso del Comité Olímpico Internacional celebrado en París en 1924, los delegados mexicanos, cubanos y guatemaltecos presentaron la solicitud de instituir los Juegos Centroamericanos y del Caribe (JCAC). Dos años después, en 1926, se celebraron los I JCAC en México, con la participación de 269 atletas procedentes de Cuba, Guatemala y México. El ganador fue el anfitrión, con 67 medallas, segundo Cuba con 44 medallas y tercero Guatemala con 3 medallas. Desde entonces, la Organización Deportiva Centroamericana, convertida en Centroamericana y del Caribe (ODECABE) a partir la IV edición de los juegos en 1938, ha ido aceptando nuevas disciplinas e integrando nuevos países hasta contar, a partir de la edición XVIII, con 32 naciones miembros, todos los cuales hicieron presencia en la última versión (XX edición), realizada en Cartagena de Indias (Colombia).

“Cartagena 2006” fue una versión de los JCAC, rodeada de mucha expectativa en cuanto a su organización y, en lo deportivo, por el reto de Cuba de recuperar su primer lugar, luego de habérselo “cedido” a México con su no asistencia a la edición IXX realizada en El Salvador.

La historia de estos juegos ha tenido como protagonistas, por el número de medallas conquistadas, a Cuba, México y Venezuela, países que en su orden ocupan el primero, segundo y tercer lugar en el histórico de la medallería. Aunque quienes compiten sean los atletas y no las naciones Porter, M., E. (1991), lo cual parece evidente, también es claro que cuando se miran los resultados de los juegos se divulga, en general, cuántas medallas de oro, cuántas de plata y cuántas de bronce logró cada país participante.

De otra parte, es de conocimiento general que una medalla de oro es más valorada que una de plata y ésta, a su vez, más que una de bronce, y se utiliza un sistema de suma no ponderada de medallas para fijar el ranking de los países, bajo una regla que otorga primer lugar a quien posea el mayor número de “ORO”; una vez definida la posición por este criterio, entra a definir el número de “PLATA” y, finalmente, el de “BRONCE”. Así las cosas, en principio dos países A y B sólo son comparables si poseen igual “ORO” y así, sucesivamente. Este puede resultar ser un sistema bastante caprichoso. Examínese el caso de un país que, como producto del

azar, llegara a obtener una única medalla y ésta fuese de oro, y otro que obtuviera 20 medallas de plata en distintas disciplinas, lo cual mostraría una alta regularidad en su desempeño; este último ocuparía un lugar por debajo del primero al computar los resultados finales, lo que, en apariencia, parece poco lógico.

En este trabajo se establece el desempeño de los países pertenecientes a la región centroamericana y caribeña, en los recientes JCAC, llevados a cabo en Cartagena de Indias entre el 15 y el 30 de julio de 2006, mediante la estimación de la eficiencia técnica, utilizando para ello el Análisis Envolvente de Datos, DEA.

MODELOS DEA

El análisis por envoltura de datos es una técnica de programación matemática introducida inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), que permite calcular el índice de eficiencia técnica relativa, resolviendo un programa matemático de optimización. DEA propone resolver un programa lineal para cada unidad productiva (DMU¹) observada. En contraste con los enfoques paramétricos como el análisis de regresión que ajusta los datos a través de un plano de regresión, DEA optimiza cada observación individual con el propósito de construir un conjunto frontera determinado por las DMUs Pareto-eficientes (aquéllas en una posición tal que les es imposible mejorar su output sin deteriorar la cantidad de input utilizado o viceversa), es decir, en oposición a los enfoques estadísticos basados en promedios de los parámetros, la metodología DEA se centra en las observaciones individuales.

El modelo se formaliza asumiendo que hay n DMUs a ser evaluadas, cada una de las cuales consume m inputs diferentes para producir s outputs también diferentes. La DMU _{j} utiliza un monto de $X_j = x_{ij}$ inputs ($i = 1, \dots, m$) y produce un monto de $Y_j = y_{kj}$ productos ($k = 1, \dots, s$). La matriz $s \times n$ de medida del producto es designada por Y , y la $m \times n$ de medida de los inputs se designa por X . Se asume además que $x_{ij} \geq 0$ y $y_{kj} \geq 0$.

¹ Las unidades evaluadas se asumen como Unidades Tomadoras de decisiones (DMU por sus siglas del inglés), en el sentido de que están en capacidad de decidir respecto al uso de sus recursos y los volúmenes de producción a generar.

$$\begin{array}{ccc}
 \text{Matriz de inputs} & & \text{Matriz de outputs} \\
 X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{mn} \end{pmatrix} & & Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{mn} \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Al considerar la evaluación de eficiencia de una DMU cualquiera, la que se identificará como DMU_0 , se deben considerar varias situaciones; una es la orientación o camino a seguir en la búsqueda de la eficiencia, la que puede ser en el sentido de los recursos (inputs) o de los productos; esto caracteriza a los modelos como de orientación input y output, respectivamente; otra es la consideración de los retornos a escala, que pueden ser constantes o variables. Así, surgen cuatro modelos DEA básicos: Retornos constantes a escala con orientación input (output) y Retornos variables a escala con orientación input (output).

En la denominada forma multiplicativa, el modelo con orientación input tiene la siguiente forma:

$$\begin{array}{l}
 MAX \quad \sum_{k=1}^s u_{k0} y_{k0} = h_0 \\
 \text{sea:} \\
 \sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj} - \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \\
 \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} = 1 \\
 v_{kj} \geq \varepsilon > 0 \quad \forall k, j \\
 u_{ij} \geq \varepsilon > 0 \quad \forall i, j
 \end{array} \quad (1)$$

En el que los u_{kj} y los v_{ij} son las ponderaciones que las DMUs le asignan a sus productos e insumos, correspondiéndole un $j=0$ a la DMU que se somete a evaluación; ε un número infinitesimal mayor que cero. Al modelo (1) le corresponde otro, su dual, con la siguiente estructura si se consideran retornos constantes a escala²:

² Para VRS basta con fijar la suma $\lambda = 1$

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN } \theta_0 - \varepsilon \left[\sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{j=1}^m h_j^- \right] \\
 & \text{s.a:} \\
 & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{i0} \theta_0 - h_i^- \quad \forall i \\
 & \sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{k0} + h_k^+ \quad \forall k \\
 & \lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0 \quad \forall j, i, k \\
 & \theta_0 \text{ irrestricta}
 \end{aligned} \tag{2}$$

En el que hay tantos λ_j como DMU contemple el modelo y se asocian con la intensidad del proceso de éstas.

Con algunos arreglos al modelo multiplicativo, se obtiene la versión de orientación output, cuyo dual es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 & \text{MAX } \gamma_0 + \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m h_i^- + \sum_{k=1}^s k_k^+ \right] \\
 & \text{s.a:} \\
 & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{i0} - h_i^- \quad \forall i \\
 & \sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{k0} \gamma_0 + h_k^+ \quad \forall k \\
 & \lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0 \quad \forall j, i, k \\
 & \lambda_0 \text{ irrestricta}
 \end{aligned} \tag{3}$$

Si se reconoce en la construcción del modelo, que las DMUs no tienen la capacidad para decidir sobre los montos de inputs (outputs) que han de utilizar (producir), tal reconocimiento conduce al llamado modelo con entradas (salidas) no discrecionales; si además, las condiciones del problema indican la necesidad de asignar pesos predeterminados a los inputs o outputs que participan en el modelo, tal situación conduce al modelo con restricción en los pesos. La estructura de estos modelos se muestra en la siguiente sección.

La técnica DEA ha sido utilizada en variadas aplicaciones para la evaluación del desempeño de las organizaciones, tanto en el sector público como en el privado. Las áreas de aplicación han sido, entre otras, evaluación de la eficiencia de universidades (Johnes, J., 2003), escuelas (Thanassoulis E., 1999), puertos y aeropuertos (Tongzon, J., 2001), servicios públicos como energía y transporte (Husain, N., Abdullah, M. y Kuman, S., 2000), servicios de salud (Olesen, O. B., Petersen N., C., 2002), bancos (Paradi J.C., Schaffnit, C., 2004), hoteles (Hwang S. N., Chang T. Y., 2003) e industria (Minwir A. S., 1999). También se ha utilizado DEA en la evaluación del funcionamiento de las economías de países o conjuntos de éstos (Fare, R. Groskopf S.; Norris, M.; Zhan, Z., 1994), y en la medida del desarrollo humano (Despotis, D.K., 2005).

En el campo deportivo son escasas las aplicaciones encontradas, pues gran mayoría de las que se conocen, se basan en análisis de regresión (Hoffmann, R.; Ging, L. Ch. y Ramasamy B., 2002); sin embargo se registran estudios de eficiencia de los equipos participantes en las ligas mayores de Béisbol de los Estados Unidos de América, usando Network DEA (Lewis, H. F. y Sexton, T. R., 2004); un estudio de la eficiencia de países participantes en juegos olímpicos (Lozano, S.; Villa, G.; Guerrero, F. y Cortés, P., 2002) y otro referido a la eficiencia de los participantes en los juegos de la comunidad de naciones (Shibli, S. y Wilson, D., 2006).

MODELO DEA UTILIZADO

Para el cómputo de la eficiencia de los países han sido considerados dos inputs, a saber la población (P) de cada país y su producto interno bruto (PIB); se asume que los dos representan los factores necesarios para asegurar un buen desempeño en la actividad deportiva, teniendo en cuenta que representan su capacidad demográfica y económica, respectivamente (Lozano, S. et al., 2002); la primera insinúa que una mayor población proporciona una mayor posibilidad de escogencia de deportistas de alto rendimiento y la segunda, que una mayor dotación económica permite al país dedicar mayores recursos en beneficio de la formación deportiva.

Tres outputs representados en el número de medallas obtenidas, de oro, plata y bronce son las salidas a considerar.

De otra parte, dadas las particulares características del “proceso productivo” de los países en cuanto a los juegos, se asume que el modelo es de retornos variables a escala y su orientación de salida, habida cuenta de que, con los insumos fijos que para una participación se poseen, se busca maximizar el número de medallas obtenidas.

Es bien conocido que los países no pueden tener un control directo, en el corto plazo, de los recursos implicados en este modelo, por lo que se asumirá que son inputs no discrecionales. Una observación adicional en la tipificación del modelo, tiene que ver con el peso asignado a los distintos outputs. De acuerdo con las reglas de clasificación en el ranking de la medallería en las competencias deportivas, una medalla de oro es más valiosa que cualquier cantidad de medallas de plata y una de plata lo es respecto a las de bronce. Se sabe que la técnica DEA permite a cada DMU asignar a cada input y output los pesos o ponderaciones que le sean más favorables para buscar ubicarse como eficientes. Para evitar que una DMU otorgue pesos inconvenientes a las distintas medallas obtenidas, el modelo se estructura con restricción en los pesos de manera que se garanticen las condiciones ya descritas respecto al valor relativo de las medallas. Como no se tiene especificado cuan mejor es una medalla respecto a otra, se recurre al análisis de sensibilidad para estimar la eficiencia de los países bajo distintos escenarios.

Para especificar el modelo, sean:

n	Número de países
j	Índice que identifica al país
PIB_j	Producto Interno Bruto del país j
P_j	Población del país j
NO_j	Número de medallas de oro ganadas por el país j
NP_j	Número de medallas de plata ganadas por el país j
NB_j	Número de medallas de bronce ganadas por el país j
0	Índice de la DMU evaluada
v_{PIB0}	Ponderación asignada por la DMU ₀ al PIB
v_{P0}	Ponderación asignada por la DMU ₀ a la población
u_{NO0}	Ponderación asignada por la DMU ₀ a las medallas de oro
u_{NP0}	Ponderación asignada por la DMU ₀ a las medallas de plata
u_{NB0}	Ponderación asignada por la DMU ₀ a las medallas de bronce
w_0	Variable auxiliar del modelo VRS ³
α	Número de medallas de plata equivalentes a una de oro
β	Número de medallas de bronce equivalentes a una de plata

El modelo DEA para la evaluación de la eficiencia de la DMU₀, en su forma multiplicativa, se muestra en la expresión (4).

El número de restricciones de (4) es igual al de países más tres; las dos restricciones de pesos, crean una región de aseguramiento (Cooper, W. ; Seiford, L. y Tone, K., 2000) para los multiplicadores (pesos asignados) de los outputs. El óptimo de la función objetivo de este modelo corresponde al inverso de la eficiencia del país

³ Relaja la condición de que la función objetivo tenga que pasar por el origen, lo que implicaría CRS.

evaluado, lo cual puede apreciarse en mejor forma si se examina su dual (5).

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximizar} \quad v_{PIB_0} PIB_0 + v_{P_0} P_0 - \omega_0 \\
 & \text{S. a:} \\
 & u_{NO_0} NO_0 + u_{NP_0} NP_0 + u_{NB_0} NB_0 = 1 \\
 & u_{NO_0} NO_j + u_{NP_0} NP_j + u_{NB_0} NB_j - v_{PIB_0} PIB_j - v_{P_0} P_j + \omega_0 \\
 & \leq 0 \forall j \quad (4) \\
 & -u_{NO_0} + \alpha u_{NP_0} \leq 0 \\
 & -u_{NP_0} + \beta u_{NB_0} \leq 0 \\
 & u_{NO_0}, u_{NP_0}, u_{NB_0}, v_{PIB_0}, v_{P_0} \geq 0; \quad \omega_0 \text{ libre}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximizar} \quad \gamma_0 \\
 & \text{S. a:} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j PIB_j \leq PIB_0 \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j P_j \leq P_0 \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j NO_j \geq \gamma_0 NO_0 + \mu_{NO, NP} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j NP_j \geq \gamma_0 NP_0 - \alpha \mu_{NO, NP} + \mu_{NP, NB} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j NB_j \geq \gamma_0 NB_0 - \beta \mu_{NP, NB} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j, \mu_{NO, NP}, \mu_{NP, NB} \geq 0; \quad \gamma_0 \text{ libre} \quad (5)
 \end{aligned}$$

En este modelo, (5), $\mu_{NO, NP}$ y $\mu_{NP, NB}$, corresponden a variables duales asociadas a las restricciones en los pesos del primal (4). Su solución se realiza en dos fases: en la primera se busca el óptimo de γ_0 con los elementos de que consta el modelo, y en la segunda, el

óptimo de las holguras asociadas a los outputs⁴ reemplazando en (5) la función objetivo actual por las holguras de outputs y γ_0 (en las restricciones), por su valor obtenido en la primera fase.

DATOS Y RESULTADOS

Como se anota arriba, los inputs utilizados en la evaluación del desempeño de los países en los JCAC-Cartagena de Indias 2006, fueron el PIB y la población, los cuales se obtuvieron de la base de datos CEPALSTAT (Estadísticas de América Latina y El Caribe). Los outputs, consistentes en las medallas de los tres metales logradas por cada país, se obtuvieron de varias páginas webs dedicadas al certamen (anexos 1 y 2).

Los distintos escenarios para los que se calcula la eficiencia tienen que ver con los pesos asignados a los outputs, asumiendo los siguientes supuestos:

- a. Sin restricción en los pesos.
- b. $\alpha = \beta = 1$; esto es, medalla de oro mayor o igual que una de plata, y una de plata mayor o igual que una de bronce.
- c. $\alpha = \beta = 2$; es decir, dos medallas de plata hacen, como máximo, por una de oro y dos bronce, máximo por una de plata.
- d. $\alpha = \beta = 3$; es decir, tres medallas de plata como máximo equivalen a una de oro, y tres de bronce a una de plata.
- e. $\alpha = \beta = 4$; es decir, cuatro medallas de plata como máximo equivalen a una de oro, y cuatro de bronce a una de plata.

Para el cómputo de la eficiencia se utilizó el software Efficiency Measurement System (EMS) 1.3.0. Los países incluidos son aquellos que lograron por lo menos una medalla de cualquier tipo en las justas.

⁴ Las holguras de los inputs no se incluyen por ser éstos no discretos

En la tabla 1 se relacionan las eficiencias relativas de los países, asumiendo libertad en la asignación de pesos tanto en inputs como en outputs; en la columna Benchmark, figura el número de países no eficientes que toman a los eficientes como referentes para proyectarse a la frontera eficiente. Se observa que 11 de los 29 países se revelan como eficientes, siendo el más referenciado Barbados, seguido de Cuba. Entre estos, aparecen algunos grandes en términos de su economía y población como Méjico y Venezuela, pero también algunos muy pequeños como Barbados, Islas Caimán y Granada.

Esto último era de esperarse bajo las circunstancias de la evaluación, dado que, pudiendo los participantes seleccionar el peso atribuido a los inputs, se privilegia a aquellos países que, teniendo un bajo nivel de entradas, logren alguna medalla.

Los participantes que no alcanzan la eficiencia, muestran en la última columna de la tabla a sus referentes y los valores lambda entre paréntesis; un mayor valor de lambda indica una mayor aproximación de la DMU no eficiente a la eficiente respectiva en cuanto a su proyección. Los valores γ_0^* ($score = 1/\theta_0$) constituyen la magnitud necesaria de amplificación equiproporcional (expansión radial) de los outputs para alcanzar la eficiencia.

**TABLA 1. INVERSOS DE EFICIENCIAS Y EFICIENCIAS BCC-OUTPUT SIN
RESTRICCIÓN EN LOS PESOS**

Orden	PAIS	Score	Theta%	Benchmarks
1	Cuba	1,0	100,00	11
2	México	1,0	100,00	1
3	Venezuela	1,0	100,00	1
4	Puerto Rico	1,0	100,00	3
5	República Dominicana	1,0	100,00	5
6	Barbados	1,0	100,00	12
7	Islas Caimán	1,0	100,00	3
8	Islas Vírgenes Británicas	1,0	100,00	2
9	Bahamas	1,0	100,00	2
10	Granada	1,0	100,00	3
11	Saint Kitts y Nevis	1,0	100,00	6
12	El Salvador	1,1	93,14	6 (0,61) 9 (0,39)
13	Colombia	1,2	80,60	1 (0,44) 2 (0,03) 4 (0,54)
14	Trinidad y Tobago	1,3	79,96	1 (0,04) 5 (0,15) 19 (0,81)
15	Islas Vírgenes	1,3	76,85	1 (0,00) 15 (0,92) 19 (0,07)
16	Guatemala	1,5	68,88	6 (0,99) 9 (0,01)
17	San Vicente y las Granadinas	2,1	48,42	9 (0,01) 23 (0,99)
18	Haití	2,1	48,40	1 (0,10) 22 (0,85) 23 (0,05)
19	Santa Lucía	2,1	48,28	1 (0,01) 15 (0,10) 22 (0,15) 23 (0,74)
20	Antillas Holandesas	2,2	46,02	1 (0,00) 9 (0,56) 15 (0,36) 18 (0,08)
21	Guyana	2,3	43,59	1 (0,01) 18 (0,42) 22 (0,56)
22	Bermuda	2,8	35,83	9 (0,09) 23 (0,91)
23	Jamaica	3,0	33,30	1 (0,18) 6 (0,03) 9 (0,79)
24	Nicaragua	3,5	28,56	6 (0,09) 9 (0,91)
25	Antigua y Barbuda	3,5	28,39	9 (0,17) 23 (0,83)
26	Surinam	3,8	26,57	9 (0,20) 23 (0,80)
27	Panamá	4,1	24,34	1 (0,20) 5 (0,18) 9 (0,62)
28	Honduras	6,1	16,34	1 (0,09) 6 (0,08) 9 (0,83)
29	Costa Rica	18,4	5,42	1 (0,26) 5 (0,31) 9 (0,43)

Fuente: Cálculos de los autores

TABLA 2. INVERSOS DE EFICIENCIAS Y EFICIENCIAS BCC-OUTPUT CON
RESTRICCIÓN EN PESOS ($\alpha = \beta = 1$)

Orden	PAIS	Score	Theta %	Benchmarks
1	Cuba	1,00	100,00	22
2	Barbados	1,00	100,00	11
3	Islas Caimán	1,00	100,00	5
4	Islas Vírgenes Británicas	1,00	100,00	11
5	Saint Kitts y Nevis	1,00	100,00	3
6	México	1,04	96,49	1 (1,00)
7	Venezuela	1,08	92,28	1 (1,00)
8	Puerto Rico	1,09	92,03	1 (0,32) 9 (0,68)
9	Colombia	1,30	76,84	1 (1,00)
10	Granada	1,42	70,38	1 (0,01) 15 (0,06) 18 (0,94)
11	Islas Vírgenes	1,44	69,59	1 (0,00) 9 (0,21) 15 (0,79)
12	Bahamas	1,50	66,87	1 (0,00) 9 (1,00)
13	República Dominicana	2,01	49,73	1 (0,68) 18 (0,32)
14	Trinidad y Tobago	2,09	47,93	1 (0,09) 9 (0,91)
15	Antillas Holandesas	2,17	46,02	1 (0,00) 9 (0,56) 15 (0,36) 18 (0,08)
16	Guyana	2,57	38,92	1 (0,02) 18 (0,98)
17	El Salvador	2,74	36,56	1 (0,45) 18 (0,55)
18	Santa Lucía	3,03	32,98	1 (0,01) 9 (0,01) 23 (0,98)
19	San Vicente y las Granadinas	3,30	30,27	1 (0,01) 18 (0,99)
20	Jamaica	3,34	29,91	1 (0,22) 9 (0,55) 23 (0,23)
21	Haití	3,95	25,32	1 (0,11) 18 (0,89)
22	Guatemala	4,02	24,90	1 (0,68) 18 (0,32)
23	Bermuda	4,88	20,51	9 (0,12) 15 (0,88)
24	Antigua y Barbuda	5,72	17,50	9 (0,17) 15 (0,02) 23 (0,81)
25	Panamá	6,34	15,77	1 (0,26) 9 (0,74)
26	Surinam	7,33	13,65	1 (0,02) 18 (0,98)
27	Nicaragua	10,00	10,00	1 (0,14) 18 (0,86)
28	Honduras	12,55	7,97	1 (0,22) 18 (0,78)
29	Costa Rica	22,91	4,36	1 (0,36) 9 (0,64)

Fuente. Cálculo de los autores

La tabla 2 recoge los resultados de eficiencia bajo uno de los cuatro supuestos enunciados arriba. En este escenario se revelan eficientes: Cuba, Barbados, Islas Caimán, Islas Vírgenes Británicas y Saint Kitts y Nevis, de los cuales sólo Cuba figura en los cinco primeros lugares de la medallería y es un país relativamente grande desde el punto de vista de su población y su economía; el

resto de eficientes son bastante pequeños en ambos conceptos, aunque con un PIB per cápita excepcional, si se mira la condición de los demás países, y no tienen figuración entre los cinco primeros lugares de clasificación tradicional, por medallas.

Cuando los pesos relativos de las medallas según el metal se incrementan (tabla 3), los países eficientes se reducen a cuatro: Cuba, barbados, Islas Caimán e Islas Vírgenes Británicas. Los participantes no eficientes incrementan su ineficiencia.

Los resultados son muy reveladores en relación con Cuba, un país con tradición deportiva, con gran desempeño en cuantas justas participa y que aquí no sólo ocupa el primer lugar en los juegos, sino que, además, confirma su nivel de eficiencia sostenida, demostrando que los primeros lugares ocupados a través de la historia de los JCAC se sustentan en el uso eficiente de los recursos económicos y humanos de que dispone.

TABLA 3 EFICIENCIAS BCC-OUTPUT PARA PESOS VARIABLES

No	PAISES	$\alpha = \beta = 2$	$\alpha = \beta = 3$	$\alpha = \beta = 4$
1	Cuba	100,00	100,00	100,00
2	México	86,37	82,96	81,36
3	Colombia	64,33	59,90	57,75
4	Venezuela	63,69	53,49	48,53
5	Puerto Rico	67,20	59,39	55,99
6	Rep. Dominicana	36,08	31,32	29,04
7	Jamaica	28,20	27,58	27,29
8	El Salvador	21,70	16,85	14,63
9	Barbados	100,00	100,00	100,00
10	Guatemala	14,30	10,79	9,15
11	Panamá	10,65	8,66	7,66
12	Costa Rica	3,91	3,79	3,75
13	Antillas Holandesas	46,02	45,31	44,80
14	Trinidad y Tobago	30,39	22,38	18,10
15	Islas Caimán	100,00	100,00	100,00
16	Islas Vírgenes	61,29	56,19	53,07
17	Guyana	34,56	32,72	31,71
18	I. Vírgenes Británicas	100,00	100,00	100,00
19	Bahamas	38,54	28,31	22,18
20	Haití	14,75	10,22	7,78
21	Honduras	4,03	2,60	1,89
22	Granada	40,78	28,55	21,95
23	Saint Kitts y Nevis	53,72	32,85	23,07
24	Santa Lucía	19,07	12,66	9,37
25	Nicaragua	3,59	1,80	1,07
26	Antigua y Barbuda	7,78	4,04	2,42
27	Bermuda	8,60	4,64	2,86
28	S. V/te y granadinas	9,68	4,63	2,70
29	Surinam	4,67	2,29	1,35

Fuente Cálculos de los autores

Involucrando en el modelo el número de atletas de cada país participante en vez de su población, para lo cual se debe efectuar la debida transformación en las restricciones del modelo 5, se llega a resultados un tanto distintos (tabla 4).

Incluir el número de atletas permite una visión más realista de la situación, si se tiene en cuenta que bajo el modelo anterior podría ocurrir que un país con una gran población, que se hubiera presentado a los juegos con un reducido número de atletas, se vería

perjudicado en la evaluación, y al contrario, un país con muy poca población al presentarse a los juegos con un número nutrido de atletas, se vería favorecido; por tanto, este cambio beneficia el modelo. A diferencia de la población en el modelo anterior, en éste el número de atletas se considera como recurso discrecional.

Es necesario reconocer el supuesto de homogeneidad que subyace en la inclusión de la variable “número de atletas”. De hecho se está asumiendo homogeneidad intra-país e ínter países en cuanto a la capacidad de generación de resultados a partir de este insumo. De todas maneras parece menos fuerte este supuesto que el implícito en la utilización de la población.

TABLA 4 EFICIENCIAS BCC-OUTPUT CON NÚMERO DE ATLETAS COMO ENTRADA

PAISES	$\alpha=\beta=1$	$\alpha=\beta=2$	$\alpha=\beta=3$	$\alpha=\beta=4$
Antigua y Barbuda	19,38	7,80	4,23	2,66
Antillas Holandesas	23,12	22,57	22,57	22,57
Bahamas	20,55	11,84	8,16	6,20
Barbados	77,62	56,88	51,71	49,85
Bermuda	100,00	100,00	100,00	100,00
Colombia	78,36	65,60	61,08	58,89
Costa Rica	10,34	9,02	8,72	8,68
Cuba	100,00	100,00	100,00	100,00
El Salvador	49,18	29,27	22,78	19,80
Granada	100,00	100,00	100,00	100,00
Guatemala	31,21	17,94	13,54	11,50
Guyana	43,19	42,74	42,51	42,37
Haití	25,32	14,75	10,22	7,78
Honduras	12,77	6,50	4,22	3,09
Islas Caimán	100,00	100,00	100,00	100,00
Islas Vírgenes	34,71	27,90	24,96	23,32
Islas Vírgenes Británicas	100,00	100,00	100,00	100,00
Jamaica	31,51	28,63	27,80	27,45
México	98,18	87,88	84,42	82,79
Nicaragua	10,76	3,92	1,98	1,19
Panamá	20,59	13,37	10,77	9,51
Puerto Rico	50,86	35,98	31,55	29,66
República Dominicana	49,73	36,08	31,32	29,04
Saint Kitts y Nevis	100,00	73,98	50,79	38,77
San Vicente y las Granadinas	31,31	14,23	7,36	4,50
Santa Lucía	35,51	22,76	16,04	12,39
Surinam	13,65	4,67	2,29	1,35
Trinidad y Tobago	33,62	19,20	13,78	11,05
Venezuela	97,30	67,16	56,40	51,17

Fuente Cálculo de los autores

La tabla 4 presenta resultados un tanto diferentes de los registrados en la tabla 3, como se anotara arriba. Hay coincidencia en cuanto a

los siguientes países eficientes: Cuba, Islas Caimán e Islas Vírgenes Británicas; y diferencias en cuanto a que en esta última sale del grupo de eficientes Barbados y entran Bermuda y Granada.

Hay varios aspectos a destacar en estos resultados. El país que deja la frontera participó con un número considerable de atletas si se tiene en cuenta la cantidad de medallas logradas; los nuevos eficientes participaron con muy pocos atletas, lo que favorece la visión de su desempeño.

Los países que ocuparon los 10 primeros lugares en el medallero, asistieron a los JCAC con una delegación de atletas que va desde los 132 (Barbados), hasta 470 atletas (Cuba). Únicamente Cuba, de entre los 10 primeros, se ha revelado eficiente bajo esta nueva consideración del input demográfico.

CONCLUSIONES

En este documento se ha estudiado el problema de estimación de la eficiencia de los países participantes en los JCAC, realizados en Cartagena de Indias, Colombia, en 2006. Como inputs del “proceso” de producción de medallas para el participante, se tuvo en cuenta la población y su producto interno bruto, así como el número de atletas, en un escenario distinto; en tanto que como salida se consideró el número de medallas de cada metal, esto es, oro, plata y bronce, logrado por cada país. El modelo utilizado contempla retornos variables a escala, entradas no discrecionales y restricciones en los pesos, en orden a acercarlo en mayor medida a la realidad de este tipo de procesos.

Es muy dicente cómo cambia la composición de países eficientes cuando se pasa del modelo normal a las restricciones en los pesos, cuando sólo un país de los “grandes” conserva su condición de eficiente, Cuba. Esto parece indicar la falta de correspondencia entre la dotación económica y demográfica de las naciones y el resultado arrojado tras su participación en los JCAC.

Aunque es difícil que el modelo matemático recoja todas las variables que intervienen en la determinación del desempeño de un país en unas competencias deportivas, los resultados que aquí se consignan bien pueden servir para que los encargados de los

asuntos de la cultura deportiva de aquellos países que resultaron ineficientes, consideren, a la luz de los eficientes que se revelan como su *peer group*, qué estrategias habrán de diseñar y emprender orientadas a lograr una gestión que conlleve a desempeños eficientes en sus intervenciones futuras en eventos internacionales del tipo de los JCAC, y para que quienes fijan las reglas de participación tuvieran en cuenta en la calificación de la participación global de los países, aspectos adicionales a las medallas obtenidas.

ANEXOS

ANEXO 1. PAÍSES QUE GANARON MEDALLAS EN JCAC-2006

PAIS	PIB	POB	ORO	PLATA	BRONCE
Cuba	31.268,00	11.338.023	138	86	61
México	618.658,40	104.734.869	107	82	86
Colombia	93.967,20	45.302.864	72	70	77
Venezuela	120.068,30	26.125.090	49	90	124
Puerto Rico	29.700,00	3.819.023	24	19	53
República Dominicana	21.407,40	8.960.070	22	31	44
Jamaica	8.425,00	2.639.246	9	6	7
El Salvador	14.118,30	6.757.107	6	12	29
Barbados	2.706,80	268.884	6	2	11
Guatemala	21.157,20	12.389.296	5	13	30
Panamá	13.391,60	3.172.012	2	5	7
Costa Rica	18.411,80	4.244.991	2	1	2
Antillas Holandesas	1920	208.968,00	2	1	1
Trinidad y Tobago	10.874,20	1.301.302	1	9	11
Islas Caimán	750	34.646,00	1	2	0
Islas Vírgenes	1200	97.120,00	1	2	0
Guyana	710,8	750.264	1	1	0
Islas Vírgenes Británicas	133	13.195,00	1	0	0
Bahamas	5.359,10	318.759	0	6	4
Haití	3.487,00	8.987.113	0	5	3
Honduras	6.901,60	7.174.220	0	2	3
Granada	408,9	102.261	0	2	0
Saint Kitts y Nevis	368,6	42.186	0	1	2
Santa Lucía	712,2	159.461	0	1	1
Nicaragua	4.409,40	5.374.695	0	0	4
Antigua y Barbuda	772,5	80.522	0	0	1
Bermuda	1700	62.099,00	0	0	1
San Vicente y las Granadinas	385,5	118.433	0	0	1
Surinam	826,8	446.436	0	0	1

Fuente: <http://www.cartagena2006.gov.co/jucar/Home/defaultPage.aspx>,
<http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp?idAplicacion=1>,
http://www.guiadelmundo.com/continentes/central_america/index.html

ANEXO 2. HISTÓRICO MEDALLERÍA DE LOS JCAC

Pos.	País	Oro	Plata	Bronce	Total
1	Cuba	1625	817	613	3055
2	México	986	985	849	2820
3	Venezuela	391	594	705	1690
4	Colombia	276	361	405	1042
5	Puerto Rico	258	419	571	1248
6	República Dominicana	95	177	285	557
7	Jamaica	86	106	106	298
8	Panamá	83	145	154	382
9	Guatemala	55	121	249	425
10	El Salvador	39	89	170	298
11	Costa Rica	35	33	55	123
12	Trinidad y Tobago	32	62	80	174
13	Antillas Holandesas	29	27	46	102
14	Bahamas	13	16	25	54
15	Surinam	12	4	7	23
16	Barbados	11	12	37	60
17	Islas Vírgenes de los Estados Unidos	10	16	16	42
18	Guyana	6	12	28	46
19	Nicaragua	3	13	40	56
20	Haití	3	9	17	29
21	Honduras	2	10	21	33
22	Islas Caimán	2	3	3	8
23	Islas Vírgenes Británicas	2	0	0	2
24	Bermuda	1	3	11	15
25	Belice	1	2	2	5
26	Santa Lucía	1	1	0	2
27	Aruba	1	0	1	2
28	Antigua y Barbuda	0	3	5	8
29	Granada	0	2	4	6
30	San Cristobal y Nevis	0	1	2	3
31	San Vicente y las Granadinas	0	0	3	3
32	Dominica	0	0	1	1
TOTALES		4058	4043	4511	12612

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Juegos_Centroamericanos_y_del_Caribe#Medallero_hist.C3.B3rico

ANEXO 3 PARTICIPANTES POR PAÍS

PAIS	N. ATLETAS
ANTIGUA Y BAR.	15
ANTILLAS HOL.	62
ARUBA	43
BAHAMAS	117
BARBADOS	132
BELICE	11
BERMUDA	8
COLOMBIA	461
COSTA RICA	84
CUBA	470
DOMINICA	9
EL SALVADOR	161
GRANADA	10
GUATEMALA	256
GUYANA	22
HAITI	72
HONDURAS	69
ISLAS CAIMAN	10
ISLAS VIRGENES	39
ISLAS VIRGENES BRITANICAS	22
JAMAICA	119
MEXICO	462
NICARAGUA	66
PANAMA	116
PTO RICO	313
R. DOMINICANA	342
SAINT KITT Y NEVIS	15
SAN VICENTE	18
SANTA LUCIA	18
SURINAM	32
TRINIDAD Y T.	107
VENEZUELA	446

Fuente: <http://www.cartagena2006.gov.co/SP/showpage.aspx?d=BOX&n=2,1>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cooper, W., Seiford, L. y Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text with Models, Applications, Referents and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers. Boston.
- Charnes, A. Cooper, W. W. y Rhodes, E., (1978). *Measuring Efficiency of Decision Making Units*, *European Journal of Operational Research*, 3, pp. 62-74.
- Despotis, D.K. (2005). *Measuring human development via data envelopment analysis: the case of Asia and the Pacific*, *The international journal of Management science*, Omega(Oxford) 33, 385-390.
- Fare, R. Groskopf S., Norris, M., Zhan, Z. (1994). *Productivity growth, Technical progress, and efficiency change in Industrialized Countries*. *The American Economic Review*, vol. 84, No. 1, 66-83.
- Hoffmann, R., Ging, L. Ch. y Ramasamy, B. (2002). *The Socio-Economic determinants of International Soccer Performance*, *Journal of Applied Economics*, Vol. V, No. 2, 253-272.
- Husain, N., Abdullah, M. y Kuman, S. (2000). *Evaluating Public Sector Efficiency With Data Envelopment Analysis (DEA): a case study in Road Transport Department, Selangor, Malaysia*. *Total quality management*, Vol. 11, No. 4/5&6, S830± S836.
- Hwang, S.N., Chang, T.Y., (2003). *Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan*. *Tourism Management*, 24, 357-369.
- Johnes, J. (2003), *Measuring Teaching Efficiency in Higher Education: an Application of Data Envelopment Analysis to Graduates from UK Universities 1993*. Lancaster University Management School Working Paper 2003/007.

- Lewis, H. F. y Sexton, T. R., (2004). Network DEA: Efficiency Analysis Of Organizations With Complex Internal Structure, *Computer And Operations Research*, 31, 1365-1410.
- Lozano, S., Villa, G., Guerrero, F. y Cortés, P., (2002). Measuring The Performance Of Nations At The Summer Olympics Using Data Envelopment Analysis, *Journal of the Operational Research Society*, 53, 501-511.
- Minwir, A. S., (1999). Optimization Modeling For Estimating And Enhancing Relative Efficiency With Application To Industrial Companies. *European Journal of Operational Research* 115, 488±496.
- Olesen, O. B., Petersen N., C. (2002). The Use of Data Envelopment Analysis with Probabilistic Assurance Regions for Measuring Hospital Efficiency. *Journal of Productivity Analysis*, 17, 83-109.
- Paradi, J. C., Schaffnit, C. (2004). Commercial Branch Performance Evaluation And Results Communication In A Canadian Bank, A DEA Application. *European Journal of Operational Research*, 156, 719-735.
- Shibli, S. y Wilson, D., (2006). An Analysis of Scotland's Performance in the Commonwealth Games 1950-2006. Edinburgh EH12 9DQ ISBN 1 85060 494 0
- Thanassoulis, E. (1999). Setting Achievement Targets For School Children. *Educations economics*. Vol 7, No. 2.
- Tongzon, J. (2001). Efficiency Measurement Of Selected Australian And Other International Ports Using Data Envelopment Analisys. *Transportation research part A*, 35 107 a 122
- <http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp?idAplicacion=1>. Consultada en agosto de 2006.