

SISTEMA BANCARIO ARGENTINO: Evaluación mediante Análisis Discriminante de Ratios¹

PERETTO, CLAUDIA B. cperetto@eco.unc.edu.ar

Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Córdoba

Resumen

El propósito de este trabajo es mostrar un método que proporciona, para un conjunto dado de variables, pesos comunes a todas las unidades que discriminan óptimamente entre unidades eficientes e ineficientes como las dadas por Data Envelopment Análisis (DEA), y aplicarlo para obtener una ordenación total de los Bancos de la República Argentina. El Análisis Discriminante de Ratios (DR-DEA) construye una función fraccionaria entre las salidas y las entradas ponderadas, en la cual los pesos comunes son calculados mediante una optimización no-lineal del criterio discriminante, para los dos grupos dados previamente por DEA. Este método utiliza como criterio discriminante una función fraccionaria en lugar de la función lineal utilizada por el Análisis Discriminante lineal tradicional.

Palabras Claves: Análisis Discriminante, DEA, ordenación, eficiencia.

Abstract

The purpose of this work is to show a method that provides, for a given group of variables, common weights for all the units that discriminate optimally between efficient and inefficient units as previously given by Data Envelopment Analysis (DEA), and to apply it to rank the Banks of República Argentina. The Discriminant Analysis of Ratios (DR-DEA) construct a ratio between the composite outputs and the composite inputs, where the common weights are computed by a non-linear optimization of the discriminant approach, for the two groups pregiven by DEA. This method uses as discriminant approach a ratio function instead of the lineal function used by the traditional Discriminant Analysis.

Key Words: Discriminant Análisis, DEA, ranking, efficiency.

1. INTRODUCCION

Frente a la gran competitividad que impera en estos tiempos, los distintos sectores de la producción y del trabajo, intentan buscar formas de medir y posteriormente mejorar la eficiencia de los subsistemas que los integran.

La evaluación de la eficiencia resulta importante en el Sector Bancario.; además, debe ser entendida como una herramienta para estudiar el

¹ Se ha conservado el término en inglés pese a la existencia de otros similares en español, en virtud de su uso generalizado y de la presunción de que puede ayudar a una mejor comprensión del tema.

desempeño de las entidades y en consecuencia, realizar un seguimiento y posible mejoramiento de los servicios que los mismos brindan a la comunidad.

Por otra parte, la ordenación o clasificación son enfoques muy utilizados para analizar unidades, especialmente importantes en las Ciencias Sociales, por ejemplo educación, administración.

El modelo clásico DEA (Charnes et al., 1978) es un método no paramétrico que permite clasificar las unidades en dos grupos: eficientes e ineficientes.

En este trabajo se presenta un modelo de análisis discriminante no-lineal para dos grupos desarrollado por Sinuany-Stern et al. (1998). El score discriminante es el cociente entre las salidas y las entradas ponderadas, dada la clasificación previa de unidades en eficientes e ineficientes proporcionada por el método DEA.

Este análisis discriminante de ratios (DR/DEA) proporciona pesos comunes para todas las unidades en base a la mejor separación de las unidades en eficientes e ineficientes, según la clasificación dada por DEA. Los pesos comunes son utilizados para ordenar las unidades en una escala uniforme.

Es deseable que las unidades eficientes en el modelo DEA reciban las más altas posiciones en el modelo DR/DEA; sin embargo, podría haber inconsistencia entre estas dos aproximaciones dado que las ponderaciones de las salidas y las entradas podrían variar enormemente de unidad a unidad en el modelo DEA mientras que DR/DEA ordena por ponderaciones comunes a todas las unidades. Para validar la relación entre los dos enfoques utilizamos un test estadístico no paramétrico. A mayor ajuste más confiable es el ordenamiento.

El presente trabajo se encuentra organizado de la siguiente forma: la sección 2 presenta las características del problema y de la evaluación de eficiencia; la sección 3 una descripción detallada del método DR/DEA; la sección 4 la aplicación de dicho método al Sistema Bancario Argentino; la sección 5 las conclusiones del análisis.

2. LIMITACIÓN DEL PROBLEMA Y EVALUACIÓN DE EFICIENCIA

Para delimitar el problema a analizar y los símbolos a utilizar, consideraremos un problema cuya estructura está caracterizada por las siguientes condiciones:

1) se trabaja en un sistema formado por n "elementos", "proyectos", "centros", "alternativas", etc., a los que denominaremos, en general, "unidades".

2) cada una de estas unidades están caracterizadas por p atributos (a cada uno de los cuales está asociada una variable). A su vez estas variables están divididas en dos grupos: de salida y de entrada. A los valores de cada una de estas variables los simbolizaremos por x_{ij} (variables de entrada) y y_{ij} (variables de salida), para $i = 1, 2, \dots, p$ y $j = 1, 2, \dots, n$, y representarán el valor del atributo i en la unidad j .

3) para cada una de las unidades consideradas se debería conocer o calcular una medida de desempeño, desde algún punto de vista, la que depende justamente de la evaluación de los atributos (variables) bajo consideración.

En primer lugar, trataremos de caracterizar, en la forma más amplia posible, el tipo de unidades sobre las cuales pretendemos efectuar una evaluación de la eficiencia y a las que llamaremos *Decisión Making Units* (DMU)².

Siguiendo a Pérez Mackeprang y Alberto de Azcona (2001) destacaremos las siguientes características de dichas DMUs:

- 1) reciben ciertas “entradas” (insumos, recursos, incentivos, contribuciones, etc.) que son transformadas en determinadas “salidas” (productos, servicios, resultados, reacciones, compensaciones, etc.)
- 2) integran un Sistema, al que llamaremos “SISTEMA DE REFERENCIA” (SR), el cual, al actuar dentro de su medio ambiente correspondiente (relaciones entre DMUs y SR, estado de ciencia y técnica, tecnología disponible, condiciones técnicas, legales y de infraestructura, etc.), condiciona los resultados posibles de la transformación.

Además simbolizaremos a las “entradas” por el vector “ x ” (formado por las cantidades que son utilizadas de cada una de las entradas) y a las “salidas” por el vector “ y ” (formado por las cantidades resultantes para cada una de ellas).

Asimismo, se considerará que disponemos de información de n DMUs pertenecientes al SR sujeto a evaluación, las cuales podrán representar todas las unidades del Sistema o una “muestra” del total de unidades del SR.

En nuestro problema las DMU serán cada uno de los Bancos que operan en la Argentina y el SR será el Sistema Bancario regulado por el BCRA (Banco Central de la República Argentina)

En segundo lugar, con respecto a los atributos, se suele desear reducir el número de variables a considerar al máximo posible, siempre y cuando ello no afecte la representatividad del modelo de Sistema que utilicemos, ni la calidad de la medida de desempeño adoptada.

En este proceso de selección de variables es muy importante tener en cuenta además de la opinión de los expertos, el objetivo fundamental del estudio y los antecedentes que puedan rescatarse de la bibliografía consultada.

Un enfoque muy utilizado para reducir el número de variables consiste en observar si algunas de ellas están altamente correlacionadas, de ser así una o más de ellas podrían simplemente ser omitidas, aunque no existe un criterio definido para determinar cuál de las variables es más apropiado omitir.

Por este motivo, y con la finalidad de ser más objetivos a la hora de omitir alguna variable, realizamos la selección utilizando el Método de Jenkins. Este enfoque propuesto por Jenkins et al. (2003), es similar al que utiliza la correlación, pero selecciona las variables a omitir a través de un método estadístico más sólido. En lugar de mirar la matriz de correlación de variables y decidir simplemente que podemos sacar una o dos variables que están altamente correlacionadas con las variables que retenemos, se recurre a un análisis que nos dé un fundamento para eliminar las variables. El objetivo que persigue es retener aquellas variables que representan el mayor porcentaje de la información contenida en las variables originales.

Al aplicar el Método de Jenkins a los conjuntos de variables de entrada y de salida disponibles, seleccionamos las siguientes:

² Aceptando la denominación en idioma inglés utilizada en DEA.

VARIABLES DE ENTRADA:

EMPLEADOS: dotación de personal de cada institución, medido en número de personas empleadas.

EGRESOS POR SERVICIOS: monto de egresos por servicios. Medido en millones de pesos. Estos Egresos por Servicios miden las erogaciones de la Entidad Financiera, pero vinculados a la prestación de otros servicios no financieros tales como cobro de impuestos, corresponsalías de valores, apertura de cuentas de depósitos, seguros, tarjetas de crédito, etc.

GASTOS ADMINISTRATIVOS: monto de gastos administrativos. Medido en millones de pesos. Mide diferentes ítem relacionados con la administración del negocio (luz, agua, teléfono, impuestos sobre inmuebles propios y fundamentalmente sueldos del personal)

PATRIMONIO NETO: total de patrimonio neto, medido en millones de pesos. Es un indicador del “tamaño” de la entidad y en consecuencia de una estructura que influirá en la prestación de los servicios financieros. Un porcentaje del mismo pasa normalmente a integrar la “capacidad prestable” de cada entidad.

VARIABLES DE SALIDA:

PRÉSTAMOS: volumen de préstamos efectuados por cada Entidad. Medido en millones de pesos.

INGRESOS POR SERVICIOS: monto de ingresos por servicios. Medido en millones de pesos. Este concepto mide, por intermedio de los ingresos que genera, los otros servicios (distintos de los que generan depósitos y préstamos) prestados por la entidad.

Por último, con respecto a la medida de desempeño a considerar y en base a los elementos antes detallados, podemos precisar el concepto de eficiencia técnica de la transformación de un vector de entradas en un vector de salidas y simbolizarla por el par (\mathbf{x}, \mathbf{y}) . La definición más general de **Eficiencia Técnica** es conocida como eficiencia de Pareto-Koopmans y la enunciaremos como lo hacen Pérez Mackeprang y Alberto de Azcona (2001):

*“Diremos que una DMU es **técnicamente eficiente** en el proceso de transformación de un vector de entradas “ \mathbf{x} ” en un vector de salidas “ \mathbf{y} ”, sí y sólo sí, un incremento en una salida (una componente del vector “ \mathbf{y} ”) sólo es posible efectuando una disminución en al menos otra salida o mediante un incremento en al menos una entrada (componente del vector “ \mathbf{x} ”), o bien, si una reducción en al menos una entrada requiere el aumento en por lo menos otra entrada o una disminución en al menos una salida.”*

Esto equivale a decir que una transformación posible $(\mathbf{x}^{(0)}, \mathbf{y}^{(0)})$ es una transformación eficiente sí y sólo sí, **no** existe otra transformación posible $(\mathbf{x}^*,$

\mathbf{y}^*), tal que se verifique que $(\mathbf{x}^*, \mathbf{y}^*) \succ (\mathbf{x}^{(0)}, \mathbf{y}^{(0)})$. El símbolo \succ se lee como “es estrictamente preferido a” con respecto a una relación de preferencia³.

Finalmente, como cada DMU está asociada a una transformación (\mathbf{x}, \mathbf{y}) , el afirmar que una transformación es eficiente equivale a sostener que la DMU correspondiente también lo es.

3. ANÁLISIS DISCRIMINANTE DE DOS GRUPOS PARA RATIOS (DR-DEA)

Sinuany-Stern et al. (1994) usaron el análisis discriminante lineal clásico para encontrar una función *score* que ordene las unidades, dada la división en dos conjuntos (eficientes e ineficientes) proporcionada previamente por el método DEA. Usando el Análisis Discriminante tradicional de dos grupos en el contexto DEA, ellos construyeron una función lineal unidimensional.

$$D_j = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + \sum_{i=1}^m v_i (-x_{ij}), \quad j = 1, \dots, n$$

Si $D_j < D_c$, entonces la unidad j es reclasificada en el grupo 1 (en nuestro caso “eficiente”), de lo contrario en el grupo 2 (ineficiente), donde D_c es un valor crítico basado en el punto medio de las medias de los valores de la función discriminante de dos grupos (Morrison, 1976).

Cabe destacar que en la notación superior, las variables de entrada reciben un signo menos, lo que marca una diferencia con las variables de salida.

En los análisis de eficiencia, surge la necesidad de distinguir en los ratios de eficiencia entre variables de entrada y variables de salida, tal como lo hace el método DEA. Además el concepto de eficiencia surge con más claridad cuando la misma se expresa como el cociente de las sumas ponderadas de las salidas sobre las entradas. En consecuencia, sería provechoso poder incluir ese cociente en nuestro análisis, pero para ello debemos realizar algunas modificaciones.

En lugar de considerar una combinación lineal de las salidas y las entradas en una ecuación (como en el análisis discriminante lineal tradicional de dos grupos), se construye una función fraccionaria entre la combinación lineal de las salidas y la combinación lineal de las entradas.

En cierta forma, esta función fraccionaria (*ratio function*) es similar al cociente de eficiencia DEA, sin embargo, mientras DEA proporciona ponderaciones para las salidas y las entradas las cuales pueden variar de una unidad a otra, el análisis discriminante de ratios presentado aquí, proporciona ponderaciones comunes para todas las unidades. En principio, el análisis discriminante de cocientes determina aquellas ponderaciones tales que el *score* de la función fraccionaria discrimine óptimamente entre dos grupos de observaciones (unidades) en una escala unidimensional (en nuestro caso, unidades eficientes e ineficientes dadas previamente por DEA).

En lugar del *score* discriminante lineal usado tradicionalmente se utiliza el cociente, tal como se indica a continuación:

³ Esta relación estará definida como:

$$(\mathbf{x}^*, \mathbf{y}^*) \succ (\mathbf{x}^{(0)}, \mathbf{y}^{(0)}) \Leftrightarrow \forall i, j : (x_i^* \leq x_i^{(0)} \wedge y_j^* \geq y_j^{(0)}) \wedge (\mathbf{x}^*, \mathbf{y}^*) \neq (\mathbf{x}^{(0)}, \mathbf{y}^{(0)})$$

$$T_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, \quad j = 1, \dots, n.$$

Las medias aritméticas de los score cociente de los grupos eficientes e ineficientes son:

$$\bar{T}_1 = \sum_{j=1}^{n_1} \frac{T_j}{n_1}$$

$$\bar{T}_2 = \sum_{j=n_1+1}^n \frac{T_j}{n_2}$$

donde n_1 y n_2 son la cantidad de unidades eficientes e ineficientes en el modelo DEA respectivamente. La media ponderada del conjunto de n ($n = n_1 + n_2$) unidades sería denotado por

$$\bar{T} = \frac{(n_1 \bar{T}_1 + n_2 \bar{T}_2)}{n}$$

donde \bar{T} es la media de una variable T cuyos valores posibles son los T_j calculados.

El problema radica en encontrar las ponderaciones comunes v_i ($i = 1, \dots, m$) y u_r ($r = 1, \dots, s$) tal que el cociente de la varianza entre grupos de T ($SS_B(T)$) y la varianza intra grupos de T ($SS_W(T)$) sea máxima, es decir:

$$\begin{aligned} \max_{u_r, v_i} \lambda &= \max_{u_r, v_i} \frac{SS_B(T)}{SS_W(T)}, \\ SS_B(T) &= n_1 (\bar{T}_1 - \bar{T})^2 + n_2 (\bar{T}_2 - \bar{T})^2 \\ SS_W(T) &= \sum_{j=1}^{n_1} (T_j - \bar{T}_1)^2 + \sum_{j=n_1+1}^n (T_j - \bar{T}_2)^2. \end{aligned}$$

Note que la función objetivo $SS_B(D)/SS_W(D)$ es el criterio discriminante en el análisis discriminante lineal tradicional, donde D es una combinación lineal de las variables, mientras en nuestro caso, hemos reemplazado D por T que es el cociente entre dos conjuntos de combinaciones lineales.

Ahora definimos un estadístico no paramétrico η que es equivalente al coeficiente de correlación de Pearson y puede ser escrito como:

$$\eta^2 = \frac{SS_B(T)}{SS_B(T) + SS_W(T)}.$$

Las ponderaciones v_i y u_r que maximizan η^2 son equivalentes a maximizar el criterio discriminante λ en el análisis discriminante tradicional, el cual proporciona la máxima separación entre los dos grupos de medias anteriores. Desde que η es un coeficiente de correlación, su cuadrado tendría un valor entre 0 y 1.

La bondad de la separación entre los dos grupos puede ser medida por la desviación de η^2 a 1 – el límite teórico superior. Cuando $\eta^2=1$ la clasificación en eficiente e ineficiente de DEA es perfectamente desarrollada por el DR/DEA. Más aún, el significado estadístico de η^2 puede ser testeado por el estadístico F de Fisher.

La maximización de η^2 como una función real de las $m+s$ ponderaciones, que serán nuestras variables en el proceso de maximización, puede ser resuelta por el algoritmo del gradiente conjugado o por otro método de maximización de funciones. En general, estos algoritmos requieren un valor inicial para las $m+s$ ponderaciones y están restringidos a un máximo local. Para incrementar las chances de encontrar el óptimo global es necesario resolverlo para varios puntos de búsqueda inicial diferentes. Mientras el análisis discriminante tradicional proporciona una forma de solución cerrada para las ponderaciones óptimas v_i y u_r , DR/DEA requiere un procedimiento algorítmico para encontrar las ponderaciones óptimas v_i y u_r .

Las diferencias provienen del hecho de que el análisis discriminante tradicional considera una función lineal de las entradas y salidas mientras que DR/DEA utiliza el cociente entre las sumas ponderadas de las salidas y entradas.

Con el objeto de obtener pesos en una misma escala, se puede dividir cada entrada y salida por su desviación estándar. La escala del cociente es invariante a estas transformaciones; los pesos estandarizados resultantes pueden ser comparados.

Dado que u_r y v_i son pesos, deberían ser no-negativos para ser consistentes con el tratamiento ordinario de la relación funcional entre salidas y entradas. Sin embargo, esto no puede garantizarse al menos que introduzcamos restricciones como las usadas en DEA.

El procedimiento – DR/DEA

Este método puede ser dividido en varias etapas:

- 1º etapa: aplicación de DEA para distinguir entre unidades eficientes e ineficientes.
- 2º etapa: aplicación del análisis discriminante de ratios de las salidas y entradas ponderadas a los dos grupos de unidades obtenidos en la 1º etapa y obtención de los pesos comunes u_r y v_i .
- 3º etapa: a partir de los pesos comunes de las entradas y salidas obtenidos en la etapa anterior, se construye un score de eficiencia para cada unidad j como el cociente entre las salidas y entradas ponderadas.

$$T_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, \quad j = 1, \dots, n$$

De esta forma, si acorde a esto ordenamos las unidades, la unidad con el más alto score obtiene el primer lugar y la unidad con el score más bajo el lugar n .

En una situación ideal, todas las unidades DEA eficientes deberían obtener los primeros lugares. Sin embargo, a menudo algunas de ellas pueden estar distribuidas a través del ranking.

- 4° etapa: Con la finalidad de verificar si esta distribución es estadísticamente significativa se emplean test-estadísticos no-paramétricos.

El ratio de eficiencia DEA está limitado superiormente por el valor 1, valor para el que puede haber empates dado que corresponde a las unidades eficientes, mientras que DR/DEA provee un ratio no-limitado T_j . Si deseáramos establecer una comparación entre la ordenación que surge de los índices de eficiencia de DEA y de DR/DEA habría que utilizar para el primero, un método que no dé empates y con el que se pueda hacer una ordenación total.

En el presente trabajo utilizaremos el modelo DEA propuesto por Andersen y Petersen (1993) orientado a las salidas, donde las unidades CCR eficientes adquieren valores mayores o iguales a 1 (lo que nos permite hacer la deseada ordenación total). Consideramos conveniente aclarar que, la utilización de dicho modelo no implica desconocer las críticas realizadas al mismo, como método para realizar una ordenación completa de las DMUs, especialmente las vinculadas con la posibilidad de que el modelo resultante pudiera resultar incompatible, lo que impediría su utilización para obtener un "ranking" (Seiford y Zhu, 1999). No obstante, como en el presente caso no se verificó esta circunstancia, decidimos utilizarlo en virtud de su simplicidad conceptual y su difusión.

De esta forma, resulta adecuado aplicar el test estadístico no-paramétrico de Spearman, con el objeto de verificar el ajuste entre la ordenación total dada por DEA y la ordenación total de DR/DEA.

4. EVALUACIÓN DE EFICIENCIA Y ORDENACIÓN DE LOS BANCOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Sobre la base del método descrito anteriormente, realizaremos una aplicación en los Bancos de la República Argentina.

Las Entidades Financieras deben presentar balances, cuentas de ganancias y pérdidas, y demás documentación referida a su estado económico financiero al Banco Central de la República Argentina. Éste, publica esta información en forma periódica y detallada para cada entidad. Las variables y los datos a utilizar serán obtenidos de estas publicaciones. Para el año 2002 se cuenta con información relativa a 66 entidades bancarias incluyendo Bancos Públicos y Privados. Las variables a utilizar son las mencionadas en la sección 2.

4.1. Aplicación del Método DEA

Para calcular el índice de eficiencia relativa de las unidades seleccionadas se utilizó el modelo clásico, CCR orientado a las salidas (Charnes, Cooper y Rodees, 1978).

Se procesó la información con el programa EMS (Efficiency Measurement System) versión 1.3.0. Se obtuvo como resultado 27 unidades

eficientes y 39 ineficientes, que constituirán los dos grupos sobre los que se aplicará el Análisis Discriminante de Ratios DR-DEA.

4.2. Aplicación del Método DR-DEA

Se aplica el Análisis Discriminante de Ratios DR-DEA a los dos conjuntos de unidades (eficientes e ineficientes) obtenidos en el apartado anterior, con la finalidad de obtener aquellas ponderaciones tales que el *score* de la función fraccionaria discrimine óptimamente los dos grupos.

Es importante destacar que para todos los cálculos y con la finalidad de obtener pesos con escala semejante, cada una de las variables, ya sea de entrada o de salida, debe ser dividida por su desviación estándar.

Los resultados de aplicar el método DR-DEA propuesto por Sinuany-Stern et al. (1998) a través de un programa diseñado ad-hoc en MATLAB V 6.0, son los siguientes:

- Ponderaciones para las salidas:
 $u_1 = 0,1201$
 $u_2 = 0,0.25.$
- Ponderaciones para las entradas:
 $v_1 = 0,0491$
 $v_2 = 0,3585$
 $v_3 = - 0,1191$
 $v_4 = 0,2599.$

A partir de las ponderaciones antes obtenidas, se calculan las salidas ponderadas, las entradas ponderadas y se realiza el cociente entre ambas, obteniendo el *score* de eficiencia T_j .

A continuación se procede a realizar la ordenación total de los Bancos de acuerdo al *score* de eficiencia. El banco con el más alto *score* obtiene el primer lugar y aquel con el *score* más bajo el lugar 66.

4.3. Comparación de resultados

En primer lugar, para calcular el índice de eficiencia relativa de los bancos se utiliza el modelo propuesto por Andersen y Petersen (1993) orientado a las salidas, que como dijimos anteriormente proporciona una ordenación total de las unidades.

En el ANEXO 1 se presenta la ordenación antes mencionada y la ordenación proporcionada por el Método DR-DEA.

Con el objetivo de determinar la correlación entre ambos ordenamientos, se calculó el test estadístico no paramétrico de Spearman con el programa SPSS v.10, el cual mostró que existe una correlación del 59.7 % entre ellos.

Correlations

			VAR00001	VAR00002
Spearman's rho	VAR00001	Correlation Coefficient	1.000	.597**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	66	66
	VAR00002	Correlation Coefficient	.597**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	66	66

** . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

5. CONCLUSIONES

Comparando las ordenaciones obtenidas en la aplicación de ambos métodos (Anexo 2) y considerando el coeficiente de correlación por rangos de *Spearman*, vemos que existe una buena relación entre ambos. Las diferencias observadas, eran esperadas, en la medida que ambos métodos no miden exactamente los mismos conceptos, lo que queda evidenciado en los diferentes fundamentos y operatoria de los mismos.

Recordemos que los métodos utilizan diferentes criterios para seleccionar las ponderaciones o pesos otorgados a las entradas y salidas. Además, en DEA estos pesos varían de una DMU a otra, mientras que en DR/DEA se calculan ponderaciones comunes a todas las unidades evaluadas.

Los métodos DEA, en problemas de evaluación de eficiencia, presentan la ventaja de proporcionar un conjunto de información complementaria, que sirve para fijar políticas tendientes a mejorar la eficiencia de determinadas unidades o del sistema analizado en su conjunto.

Por su parte, podemos destacar tres aspectos favorables del método DR/DEA:

- ✓ Se puede obtener una ordenación total de las unidades eficientes e ineficientes basada en el cociente entre las salidas y las entradas ponderadas. Los pesos comunes son calculados a través de una optimización no lineal de la bondad de separación entre dos grupos (eficientes e ineficientes), los cuales han sido obtenidos previamente utilizando el método DEA.
- ✓ Presenta un avance importante con respecto al Análisis Discriminante lineal clásico, ya que incorpora como criterio discriminante una función fraccionaria que es el cociente entre las salidas y las entradas ponderadas, con lo que se asemeja a la medida de eficiencia utilizada por DEA.
- ✓ Realiza un estudio de eficiencia complementando el método no paramétrico DEA con una técnica de estadística multivariada ampliamente utilizada como es el Análisis Discriminante.

Es nuestro interés continuar profundizando este tema y las relaciones entre ambos métodos.

La autora agradece a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba, la cual subsidia el proyecto de investigación del cual forma parte el presente trabajo.

6. REFERENCIAS

- [1] ANDERSEN, P., PETERSEN, N.C. (1993). "A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis". *Management Science* 39, 1261-1264.
- [2] BANCO CENTRAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2003): *Información de Entidades Financieras- Diciembre 2002*. Publicación oficial.
- [3] CHARNES, A., COOPER, W. y RHODES, E. (1978) "Measuring the Efficiency of Decision Making Units". *European Journal of Operational Research* 2, 429-444.
- [4] EFFICIENCY MEASUREMENT SYSTEM (1998) versión 1.3.0 . <http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems/>
- [5] JENKINS ET AL. (2003) "A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment análisis". *European Journal of Operational Research* 147, pp.51-61.
- [6] JOHNSON, R.A., WICHERN D.W. (1998) "Applied Multivariate Statistical Analysis", Fourth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 816pp.
- [7] MORRISON, D.F. (1976) "Multivariate Statistical Methods", Second Edition. Mc Graw-Hill, New York.
- [8] PÉREZ MACKEPRANG, C. Y ALBERTO DE AZCONA, C. (2001): "Medida de la Eficiencia Técnica Utilizando Programación Matemática - Métodos DEA -Primera Parte". *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa* N° 21 –pp. 44-62- ISSN 03297322 (con referato).
- [9] PÉREZ MACKEPRANG C., ALBERTO C. (2002) "Medida de la Eficiencia Técnica utilizando la Programación Matemática (Métodos DEA) – Segunda Parte –". *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*, vol. 22, pp. 17-36.
- [10] RETZLAFF-ROBERTS, D. (1996) "Relating discriminant analysis and Data envelopment analysis to one another". *Computers and Operations Research* N° 4, vol. 23, pp.311-322.
- [11] SEXTON T. R. (1986). "The Methodology of DEA" in *Measuring Efficiency: An Assessment of DEA*. Ed. RH Silkman, Jossey-Bass, San Francisco, USA, pp. 73-104
- [13] SINUANY-STERN, Z. y FRIEDMAN, L. (1998) "DEA and the discriminant analysis of ratios for ranking units". *European Journal of Operational Research* 111, pp. 470-478.

ANEXO 1

En la siguiente tabla se presentan los ordenamientos totales del Método DEA y del Método DR-DEA.

Bancos	Andersen	DR/DEA
Banca Nazionale del Lavoro S.A.	12	1
Banco de Formosa S.A.	10	2
Banco Provincia del Neuquén Sociedad Anónima	14	3
Banco Provincia de Tierra del Fuego	17	4
Nuevo Banco del Chaco S.A.	25	5
Banco de la Provincia de Córdoba	11	6
CITIBANK N.A.	16	7
BankBoston	42	8
Banco de la Nación Argentina	29	9
HSBC Bank Argentina S.A.	9	10
LLOYDS TSB Bank PLC	19	11
Banco de la Ciudad de Buenos Aires	20	12
ING BANK	1	13
BBVA Banco Francés S.A.	26	14
Banco Río de la Plata S.A.	23	15
ABN AMOR Bank N.V.	3	16
Banco de La Pampa	28	17
Nuevo Banco de Entre Ríos S.A.	24	18
Banco del Chubut S.A.	2	19
Nuevo Banco de La Rioja Sociedad Anónima	15	20
Banco Credicoop Cooperativo Limitado	33	21
Banco de la Provincia de Buenos Aires	37	22
Banco de Corrientes S.A.	41	23
Banco de Galicia y Buenos Aires S.A.	13	24
Nuevo Banco de Santa Fe Sociedad Anónima	47	25
Banco Privado de Inversiones Sociedad Anónima	53	26
Banco Sudameris Argentina S.A.	30	27
Banco Empresario de Tucumán Coop. Ltda.	27	28
Banco Itau Buen Ayre S.A.	46	29
Banco B.I. Creditanstalt Sociedad Anónima	4	30
Banco San Luis S.A., Banco Comercial Minorista	56	31
Providian Bank S.A.	18	32
Banco Regional de Cuyo S.A.	34	33
Nuevo Banco Bisel S. A.	54	34
Banco Societe Generale S.A.	31	35
Banco de Santiago del Estero S.A.	48	36
Banco Comafi Sociedad Anónima	61	37
Banco Roela S.A.	5	38
Nuevo Banco Industrial de Azul S.A.	64	39
Banco Patagonia S.A.	39	40
Banco del Tucumán S.A.	35	41
Banco CMF S.A.	57	42
Banco Piano S.A.	52	43
Banco Mariva S.A.	7	44
Banco de Santa Cruz S.A.	45	45
Banco Hipotecario S.A.	6	46
Banco Municipal de La Plata	8	47
Banco de Valores S.A.	49	48
Banco Bradesco Argentina S.A.	21	49
Banco Finansur S.A.	60	50
Deutsche Bank S.A.	40	51
Banco Europeo para América Latina S.A.	50	52
Nuevo Banco Suquia S.A.	36	53
Banco de Servicios Financieros S.A.	32	54
Banco Macro S.A.	43	55
Banco Bansud S.A.	51	56
BNP Paribas	44	57
Banco Municipal de Rosario	22	58
Banco Julio Sociedad Anónima	59	59
MBA Banco de Inversiones S.A.	62	60
Banco do Brasil S.A.	58	61
Banco Saenz S.A.	55	62
Banco de la Rep. Oriental del Uruguay	63	63
Banco de San Juan S.A.	38	64
Banco del Sol S.A.	66	65
Bank of America, National Association	65	66