

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas

Abriendo Camino al Conocimiento

Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua

ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS: ESTIMACION DE LA EFICIENCIA TÉCNICA Y ASIGNATIVA DEL SECTOR BANCARIO NICARAGÜENSE, PERIODO 2008-2011.

Ricardo José Canales Salinas

Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas. UNAN-Managua
ricardocanales59@yahoo.es

Fecha recepción: Mayo 1 del 2013

Fecha aceptación: Junio 2 del 2013

Palabras claves: Análisis envolvente de datos, eficiencia técnica, eficiencia costo, sistema bancario

Keywords: data envelopment analysis, technical efficiency, cost, banking system



Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas
<http://revistacienciaseconomicas.unan.edu.ni>
revistacienciaseconomicas@gmail.com
revistarucfa@unan.edu.ni

REICE | 63

Resumen

El presente ensayo tiene por finalidad analizar comparativamente la eficiencia técnica del sector bancario nicaragüense, mediante la técnica de análisis envolvente de datos. Esta técnica permite conocer que bancos eficientes se toman de referencia para aquellos bancos ineficientes y las mejoras potenciales que deben llevar cada banco ineficiente, o sea, en qué proporción deben reducir sus insumos o bien aumentar su producto para alcanzar la eficiencia. Se medirá la eficiencia tanto en costo como en producción. Para determinar si hay cambio tecnológico en el periodo seleccionado se estimara el índice de Malmquist. En el periodo analizado el banco que ha mostrado eficiencia técnica y económica es BANPRO seguido de PROCREDITO, el banco que ha mostrado problemas de eficiencia es BAC.

Abstract

this paper aims to comparatively analyze the technical efficiency of the banking sector in Nicaragua, using the technique of data envelopment analysis. This technique allows us to know that efficient banks are taken as a reference for those inefficient banks and potential improvements to be carried each inefficient bank, or in what proportion should reduce inputs or increase your intake to achieve efficiency. Be measured in both cost efficiency and production. To determine if there is technological change in this period will estimate the Malmquist index. In the period under review the bank demonstrated technical and economic efficiency is BANPRO PROCREDITO followed, the bank has shown a problem of efficiency is BAC.

1. Introducción

En los años 2000-2001, Nicaragua enfrentó su peor crisis financiera que le costó más de 500 millones de dólares, con la quiebra de siete bancos privados y estatales. Actualmente el sector ha logrado estabilidad y se cuenta con un órgano supervisor. Es el sector más dinámico de la economía nacional.

A diciembre del 2011, el Sistema Financiero Nacional emplea a 7,628 personas, tiene 297 sucursales en todo el país, de las cuales 140 se localizan en Managua y 157 en los departamentos, principalmente en las regiones del Pacífico, Centro y Norte, según indicadores del Banco Central de Nicaragua (BCN).

En conjunto los activos totales del sistema son de CS\$105.3 miles de millones de córdobas y de los cuales, 83% está controlado por los tres mayores bancos: BANPRO (35%), BANCENTRO (27%) y BAC (21%). La tasa de crecimiento interanual es del 18.9% promedio entre los bancos

La mayoría de sucursales en Nicaragua ofrecen el siguiente horario de atención al cliente. De lunes a viernes de 8:00 a.m. a 4:00 p.m. y los sábados de 8:30 a.m. a 12:00 m. La función principal de las instituciones financieras dentro del sistema consiste en intermediar entre las partes que suministran fondos y las que los necesitan, y normalmente supone la transformación y la gestión del riesgo FMI (2006,11).

La solidez del sistema es buena, pues se tiene una media en adecuación de capital del 15.3%, la norma está definido para un 10%. Lo anterior nos indica que un banco posee una cobertura patrimonial del 15.3% para absorber pérdidas o desvalorizaciones del activo que manejan; es decir, que cualquier deterioro de los mismos podrá ser absorbido con los recursos propios y no con los haberes de los depositantes y demás acreedores.

Los indicadores financieros del sistema son favorables, sin embargo el desenvolvimiento por institución bancaria difieren entre si, por ejemplo, al analizar las colocaciones en cartera e inversiones se observa que CITIBANK tiene sus activos un 65.9% en cartera y 6% en inversiones, para lograr esto utiliza de sus activos el 12.7% para gastos, mientras BANPRO tiene 38% en cartera y 30% en inversiones, y sus gastos son el 3.5% sobre los activos.

BDF y CITIBANK tiene el mismo porcentaje de sus colocaciones totales, sin embargo el primero solo utiliza el 5.3% de sus activos en gastos administrativos. BANPRO obtiene 3.8% de rendimiento de sus inversiones mientras el BDF tiene 7.9% de rendimiento con menos inversiones (14.9% s/Act.). Ver anexo 1.

Siguiendo con nuestro análisis PROCREDITO sus gastos administrativo son 5.1 puntos porcentuales superior a BANPRO pero tiene un margen financiero mayor del 17% contra 6.3%.

Si analizamos la distribución de cartera BANPRO Y PROCREDITO sus carteras de crédito se concentra en el comercio. CITIBANK en tarjetas y personal, BDF y BAC sus carteras se concentran en comercio, hipoteca y personal y BANCENTRO en comercio e hipoteca

Actualmente existen estudios con aplicaciones analíticas para la eficiencia técnica (ET), asignativa (EA) y de escala (EE), en el sector bancario de varios países. A continuación se indican en la tabla algunos trabajos que aplicaron DEA¹.

Tabla 1: Revisión literaria sobre el tema

Autor(es)	Datos	Método estimado
Berríos y Muñoz (2005)	Panel de datos. Colombia, (13) Instituciones bancarias. 1993-2003.	DEA-CRS-No orientado (Aditivo)
Hernández (2007)	Corte transversal México, (16) Instituciones bancarias. 1999	DEA-CRS-I DEA-VRS-I
Peretto y De Azcona (2002)	Panel de datos. Argentina, (34) Instituciones bancarias. 1998-2004	DEA-CRS-O
Mariaca (2003)	Panel de datos. Bolivia, (20) Instituciones financieras. 1990-1999.	DEA-CRS-No orientado (Aditivo)
Hassam (2004)	Panel de Datos. Emiratos Árabes Unidos (27), bancos comerciales. 1997-2001	DEA-CRS-No orientado
Cabrera (2007)	Panel de Datos. El Salvador. Todo el Sistema Bancario Salvadoreño. 2001-2005	DEA-CRS-I
Gilbert, Wheelock y Wilson (2003)	45 Oficinas (incluidas las 12 Fed. 1980-19999	DEA (Inferencia, Test Ho)
Jordeau y Pagés (2003)	14 bancos centrales de Europa. 1990-2002	Índices de Productividad
Leibovich y Sarmiento (2007)	40 bancos centrales de OECD y LATAM. 2000-2006	Índices de Productividad
Wheelock y Wilson (2004)	45 oficinas de la Fed (incluidas las 12 Reservas). 1980-2003	DEA (orden M)
Fuente: Arias (2003), Sarmiento (2007), Lozano (2001)		

¹ La lista es mayor, puede ser superior a 30. Este estudio no contemplo analizar el estado actual de literaturas sobre el tema.

Como se podrá apreciar en el análisis de 9 indicadores que están disponibles en la website del Banco Central de Nicaragua no permite tener con claridad que institución bancaria tiene un mejor desempeño en su actividad intermediaria, al compararse entre sí. Cada institución obtienen resultados diferentes, esto nos lleva a buscar una metodología que nos permita analizar y comparar el desempeño institucional.

Mediante el análisis DEA, permitirá a los gerentes de los bancos tomar acciones para aprovechar mejor los recursos disponibles y a la entidad reguladora focalizar acciones institucionales hacia los bancos que presenten bajos niveles de eficiencia.

Tener una medición de la eficiencia de la gestión administrativa-financiera bancaria permitirá:
a) Reasignar recursos para optimizar insumos, b) identificar las buenas prácticas, o sea que bancos están haciendo mejor las cosas, c) establecer metas de eficiencia en el uso y combinación de los insumos y recursos disponibles, d) Monitorear la eficiencia en el tiempo y e) premiar los mejores desempeños.

La aplicación del DEA, como herramienta de benchmarking permite establecer objetivos de mejora para aquellas entidades bancarias que resultaron ineficientes en el período analizado, sobre la base de los resultados de aquellas instituciones bancarias que si alcanzaron la frontera de eficiencia.

Materiales y método

La información estadística utilizada para la estimación de la eficiencia de las instituciones bancarias analizadas fue obtenida de la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras (SIBOIF) y del Banco Central de Nicaragua. Se debe destacar que la recopilación de los datos y la selección de variables de insumos y productos a utilizar en el análisis de la eficiencia bancaria esta limitada a la información pública disponible, en la pagina web del SIBOIF Y BCN. A excepción de los gastos del personal el cual se obtendrá de los informes financieros que cada institución bancaria pone a disposición en sus respectivas web. Los valores insumos y productos serán extraídas de los estados financieros de los bancos. Los datos serán procesados en Microsoft Excel y se utilizara la herramienta Solver para la solución del programa lineal que permitirá estimar los índices de

eficiencia para cada institución bancaria y también aplicaremos el complemento para Excel xIDEA 2.0 en su versión libre.

Método de análisis: Para este estudio se utilizó el enfoque de intermediación, según este enfoque las instituciones bancarias son entidades intermediarias entre las operaciones que realizan con los agentes. Lo anterior permitirá considerar los depósitos del público como un insumo más en la generación de los productos². En el análisis se aplican métodos de programación lineal no paramétricos. Se estimaron fronteras separadas de producción y costo para cada banco.

Descripción de la técnica análisis envolvente de datos

El Análisis Envolvente de Datos, mejor conocido por sus siglas (DEA), es una herramienta para la medición de la eficiencia. Fue desarrollado en el trabajo de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) a partir del artículo de Farrell (1957).

El DEA permite medir la eficiencia técnica relativa a unidades de negocio (por ejemplo puntos de venta, sucursales bancarias, distribuidores), agencias gubernamentales, departamentos de policía, hospitales, instituciones educativas, e incluso personas.

Concepto eficiencia: Tradicionalmente se ha definido la productividad o producto medio, como la relación entre la cantidad de productos obtenida y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

$$\text{Productividad} = \text{Outputs} / \text{Inputs}$$

Al comparar unidades empresariales (por ejemplo A y B) que utilizan los mismos inputs para obtener el mismo outputs, y se observa que la productividad de A es mayor a la productividad de B, entonces se dice que A es más eficiente, porque obtuvo más producto con la misma unidad de insumos.

El ejemplo anterior nos ayuda a entender el concepto de eficiencia utilizado por DEA y para el caso general, donde una unidad u organización que está siendo evaluada con objeto de

² El enfoque producción considera los depósitos como un producto de la actividad bancaria.

observar su eficiencia, y que utiliza más de un input y más de un output, la eficiencia se mide como el cociente entre la suma ponderada de los outputs y la suma ponderada de los inputs.

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{ponderada outputs}}{\sum \text{ponderada inputs}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

Esta expresión es lo que intenta maximizar el programa lineal del modelo básico CCR en su forma fraccional. O sea, proporciona los valores óptimos de los pesos Inputs y Outputs (u.v) que maximizan la puntuación de eficiencia.

La teoría microeconómica de la producción, al analizar los aspectos técnicos de la producción, incorpora la eficiencia técnica en la función de producción, al considerar que esta muestra la máxima cantidad de producción que se puede alcanzar con un conjunto dado de factores y un proceso tecnológico. Lo anterior implica que no hay desperdicios de recursos y la producción se obtiene con la menor cantidad de insumos, entonces si una empresa maximiza su producción implica que ella minimiza sus costos.

La eficiencia global de una empresa tiene dos componentes: La eficiencia técnica (ET), definida como la capacidad que tiene una empresa, para obtener el máximo nivel de producto (Output) a partir del óptimo uso en las cantidades de insumos (Inputs). La eficiencia precio o asignativa (EP), se refiere a la capacidad de la empresa para usar los distintos input en proporciones óptimas dados sus precios relativos (minimiza costo).

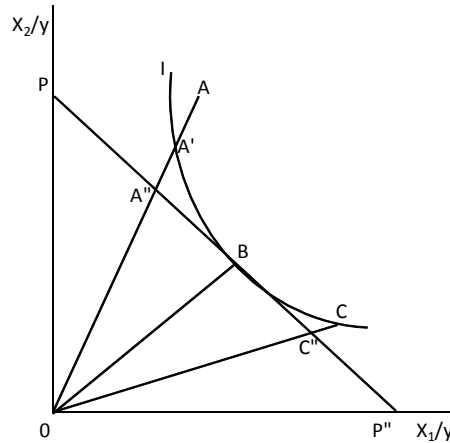


Gráfico 1: Isocuanta de producción e isocosto y la eficiencia global

En el gráfico 1, se consideran 3 empresas A, B, y C, cada una emplea dos insumos (X_1 , X_2) y obtienen un único output (y). Del gráfico podemos observar que las unidades empresariales B y C presentan eficiencia técnica por estar operando sobre la isocuanta. La empresa B es al mismo tiempo eficiente en precios, por estar operando sobre la línea de isocosto. C no es eficiente en precios. $ET=1$ para las empresas B y C. $EP=1$ para la empresa B y para la empresa C la eficiencia precio es igual a:

$$Eficiencia\ Precio = EP_C = \frac{OC''}{OC}$$

Si el indicador $EP_C < 1$ se dice que la empresa considerada es ineficiente en precio.

Eficiencia global (EG), con este indicador se busca integrar tanto la eficiencia técnica como la eficiencia de precio. Se trata de encontrar la combinación óptima de insumos, que garantice tanto el nivel máximo de productividad como el mínimo costo en el uso de los mismos..

Continuando con la empresa A, cuya medida de eficiencia técnica y de precios es menor a la unidad, su eficiencia global es la siguiente:

$$EG_A = ET_A * EP_A$$

$$EG_A = \frac{OA'}{OA} * \frac{OA''}{OA'} = \frac{OA''}{OA}$$

La tabla 2, es un resumen del grafico 1.

Tabla 2

Puntos	Eficiencia		Ineficiencia	
	Técnica	Precio	Técnica	Precio
A	-	-	x	x
B	x	x	-	-
C	x	-	-	x

En el análisis de eficiencia del modelo DEA básico se valoran dos tipos de eficiencia:

- a. Eficiencia de Farrell: Una unidad es eficiente si no es posible encontrar otra combinación lineal de unidades que obtenga al menos el output de la unidad evaluada utilizando menos factores. Si $\theta < 1$ la unidad empresarial es considerada ineficiente.
- b. Eficiencia Pareto-Koopmans: Una unidad es eficiente si y solo si $\theta=1$ y todas las holguras son ceros, en caso contrario la unidad es considerada como ineficiente.

Frontera de producción

El modelo DEA pretende crear un ambiente de competitividad incorporando a instituciones o empresas del mismo ramo para comparar a todas ellas entre sí, y tener una imagen real de la productividad y competitividad de la misma.

El concepto de eficiencia en DEA es un concepto de eficiencia relativo, de forma que el resultado de una unidad empresarial debe ser comparado con una medida de eficiencia estándar. Esto se logra mediante la construcción de una frontera de eficiencia y comparar los resultados obtenidos por cada unidad con dicha frontera, de forma que las unidades empresariales que no estén sobre esta frontera quedarán caracterizadas como ineficientes.

Orientación del modelo, se debe entender por orientación del modelo, en el modelo DEA, a la forma en la cual se buscará mejorar los índices de eficiencia. Existen dos maneras de lograr esto:

Orientados a los inputs: La mejora de la eficiencia se obtiene logrando la máxima reducción en el uso de los inputs, manteniendo constante el Output. Es decir, el modelo provee información, sobre si existe un exceso en la utilización de los insumos: Una unidad no es eficiente si es posible disminuir cualquier input sin alterar sus outputs.

Orientados a los outputs: Consiste en lograr, el máximo incremento de los outputs manteniendo constante el uso de inputs, o sea, permanece dentro de la frontera eficiente. Una unidad no puede ser caracterizada como eficiente si es posible incrementar cualquier output sin incrementar ningún input y sin disminuir ningún otro output.

Tipología de retornos a escala: Antes de realizar cualquier tipo de evaluación de eficiencia mediante el uso de la metodología DEA, es necesario establecer el tipo de retornos a escala que caracteriza la tecnología de producción. Los rendimientos a escala brindan información acerca de la forma en la que la productividad aumenta, en función de la variación porcentual de los factores de producción (Inputs y Outputs). De forma general, los retornos a escala pueden ser de tres tipos: a) constantes, cuando el incremento porcentual del output, es igual al incremento porcentual de los recursos productivos, b) crecientes, cuando el incremento porcentual del output, es mayor al incremento porcentual de los recursos productivos o c) decrecientes, cuando el incremento porcentual del output, es menor al incremento porcentual de los recursos productivos

Existen dos modelos básicos que permiten medir la frontera eficiente según el tipo de retorno de escala se defina.

Modelo CCR (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978): Frontera eficiente a retornos de escala constante – Eficiencias relativas. El modelo CCR proporciona medidas de eficiencia radial, orientados a inputs u outputs. El modelo DEA CCR puede escribirse en términos generales, de tres formas distintas: Fraccional, multiplicativa y envolvente, para una breve descripción ver Coll y Blasco (2006)

Modelo BCC (Banker, Charnes y Cooper, 1984): permite medir la eficiencia bajo rendimientos a escala variable: Este modelo es una extensión del modelo CCR. Se agrega una restricción mas al modelo CCR, dicha restricción es: $\sum \lambda_i = 1$

Esto permitirá evaluar si existen ineficiencias debido a las diferencias entre las escalas operativas en cada institución bancaria.

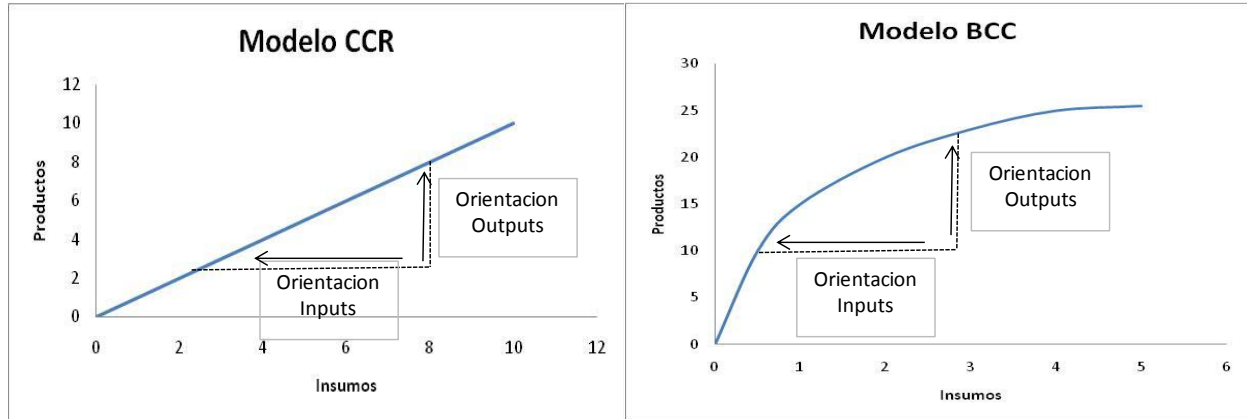


Gráfico No. 2. Medida de eficiencias en función de la orientación

Eficiencia de Escala (EE)

La eficiencia global (CCR) puede descomponerse en dos partes: Eficiencia técnica pura (BCC) y eficiencia de escala (EE), cuyas magnitudes guardan la siguiente relación:

$$EE = \frac{\text{Eficiencia global}}{\text{Eficiencia pura}} = \frac{CCR}{BCC}$$

Con el uso de la técnica de frontera se puede determinar si la economía de escala bajo la cual está funcionando una institución bancaria es creciente, constante o decreciente para puntos que yacen en la frontera. La economía de escala se mide generando un hiperplano tangente a la proyección en la frontera del punto de interés y observando su intersección con el eje de los outputs. Si la intersección es positiva (arriba del origen) se dice que la empresa funciona con una economía de escala decreciente; si pasa por el origen entonces es constante y, finalmente, si intercepta en la parte negativa, se dice que la economía de escala es creciente.

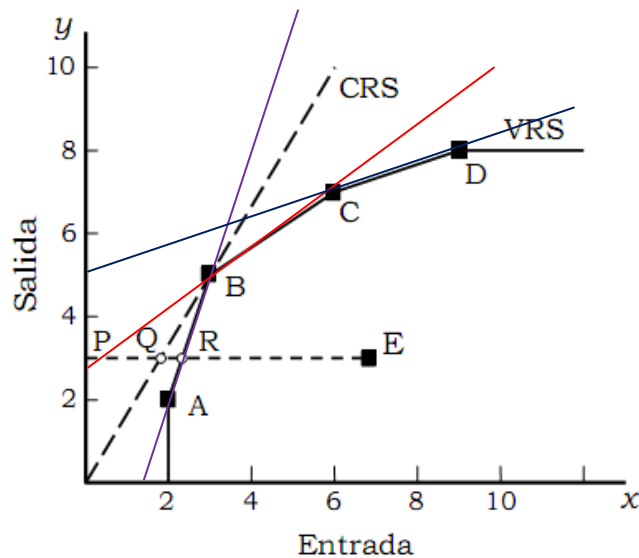


Gráfico 3: Fronteras de eficiencia CRS y VRS
Fuente: Una adaptación de Sanhueza (2003)

El gráfico 3, muestra cinco unidades empresariales, el eje horizontal son las entradas o inputs y la ordenada las salidas u outputs. La gráfica que une los puntos A,B,C,D representa a la frontera eficiente que se obtiene empleando el modelo BCC, estos operan con rendimientos variables a escala (VRS), las unidades que están sobre ella, A,B,C,D, reciben un índice de eficiencia igual a 1. La línea que pasa por los puntos A y B indica el segmento de la curva que operan con rendimientos crecientes a escala. La línea que pasa por los puntos B y C y la línea que pasa por C y D indican los segmentos de la curva que operan con rendimientos decrecientes a escala.

La línea recta que parte del origen y es tangente en el punto B, representa la frontera de eficiencia determinada por el modelo CCR y refleja rendimientos constantes a escala (CRS).

En conclusión la unidad A opera con rendimientos creciente, B rendimientos constante, C y D con rendimientos decrecientes. La unidad E es ineficiente con rendimiento tanto variable como constante.

Las unidades A, C y D presentan ineficiencias a escala. Tomando como referencia la unidad E, podemos medir la eficiencia a escala:

$$EE = \frac{\text{Eficiencia global}}{\text{Eficiencia pura}} = \frac{CCR}{BCC} = \frac{PQ/PE}{PR/PE} = \frac{PQ}{PR}$$

La discusión anterior nos permite definir la eficiencia técnica global (ETG) como: la eficiencia técnica pura (ETP) multiplicado por la eficiencia de escala (EE):

$$ETG = EE * ETP$$

Con el transcurso del tiempo las empresas pueden experimentar cambio en la productividad (mejora eficiencia) o bien aplicar nuevas técnicas que permitan mejorar la productividad. El índice de productividad de Malmquist permite evaluar la evolución de la productividad, el cual puede ser expresado de la siguiente manera de acuerdo a sus desarrolladores Caves, Christensen y Diewert (1982)

$$IPM_{CCD}^t = \frac{D_t^t(X_t, Y_t)}{D_t^t(X_{t+1}, Y_{t+1})}$$

Si $IPM=1$ indicaría que no hubo cambio de productividad de la empresa evaluada entre el periodo t y $t+1$, si $IPM>1$, implica un aumento en la productividad y si $IPM<1$ disminuyó la productividad.

Se han desarrollado procedimientos para descomponer el índice de productividad de Malmquist (IPM). Según el nivel de escala en que operan la empresa, tenemos los siguientes índices:

Descomposición del IPM de Fare, grosskopf, Lindgren y Ross (1989), al considerar rendimientos constantes a escala, permite evaluar si el cambio de productividad se debe a un cambio en la eficiencia técnica o a un cambio tecnológico.

El IPM_{FGLR} puede calcularse de la siguiente manera:

$$IPM_{FGLR}^t = \frac{D_t^t(X_t, Y_t)}{D_t^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})} * \left[\frac{D_t^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_t^{t+1}(X_t, Y_t)}{D_t^t(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_t^t(X_t, Y_t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

donde

$$\frac{D_t^t(X_t, Y_t)}{D_t^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})} \text{ mide el cambio eficiencia tecnica entre } t \text{ y } t + 1$$

$$\left[\frac{D_t^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_t^{t+1}(X_t, Y_t)}{D_t^t(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_t^t(X_t, Y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ mide el cambio tecno log ico}$$

Descomposición del IPM Fare, grosskopf, Norris y Zhang (1994) al considerar rendimientos variables a escala, permite evaluar si el cambio de eficiencia técnica se debe a un cambio en la eficiencia técnica pura o a un cambio de la eficiencia de escala. Este índice puede expresarse como:

$$IPM_{FGNZ} = CET * CT = (CETP * CEE) * CT$$

- CET = cambio en la eficiencia técnica = CETP + CEE
- CETP = cambio en la eficiencia técnica pura
- CEE = cambio en la eficiencia de escala
- CT = cambio tecnológico

Si $CETP > 1$ existe un aumento en la eficiencia técnica pura, si $CEE > 1$, ha disminuido la distancia entre las fronteras eficiente a escala constate y de escala variable. Si $CT < 1$ habrá un retroceso en el proceso de modernización tecnológica.

El modelo DEA permite calcular los valores objetivos para la mejora que deberá llevar a cabo cada institución bancaria ineficiente para convertirse en eficiente. La mejora potencial de la eficiencia tiene dos componentes, una es la mejora de la eficiencia derivado de la puntuación de eficiencia obtenida (movimiento radial), y el segundo componente es la mejora de eficiencia derivado del desplazamiento sobre la frontera eficiente (movimiento de Holgura)

En el modelo DEA la mejora en el Input, se calcula como:

$$\text{Valor objetivo Input} = \text{Input observado} - (1 - \theta) * \text{Input} - S_i^-$$

donde: θ es índice de eficiencia y S_i^- es la holgura del input

Y para el Output, se calcula como:

$$\text{Valor objetivo Output} = \text{Output observado} + S_i^+$$

donde: S_i^+ es la holgura del output

Resultados y Discusión

La Función de Producción del Sistema Bancario nicaragüense, está determinado por las siguientes variables output e input.:

Output:

Colocaciones Totales (C): Están conformados por el monto en millones de córdobas, al 31 de diciembre, de las siguientes partidas, Cartera de crédito (incluye crédito vigente, créditos reestructurados, prorrogados, vencidos, menos provisiones) y las inversiones en valores.

Inputs:

- a) Número de empleados (E): Numero de personas promedio empleado en el año.
- b) Bienes de Uso o capital Físico (BU): Lo conforman las sucursales y ventanillas distribuidas en todo el territorio nacional por la institución bancaria.
- c) Fondos prestables (FP): Es el monto en millones de córdobas de las obligaciones con el público en moneda nacional y extranjera

Precio de los Inputs o insumo:

Costo del personal: Corresponde al costo laboral medio anual por empleado. Resulta de dividir la partida de Gastos de Personal entre el número de empleados durante cada período.

Costo del Capital Físico: Corresponde el gasto administrativo medio anual por sucursal y ventanilla. Resulta de dividir gastos administrativos (Depreciación, papelería, energía y

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas
Análisis Envolvente de Datos: Estimación de la eficiencia técnica y asignativa del sector
bancario nicaragüense, periodo 2008-2011
agua, seguridad, combustible, transporte, arrendamiento, reparaciones y mantenimiento)
entre el número de sucursales y ventanillas.

Costo de los Fondos Prestables: Representan el costo medio anual pagado por cada institución bancaria con motivo de sus obligaciones con el público. Se ha obtenido como el resultado de dividir los Gastos Financieros entre el volumen de los Fondos Prestables.

Selección de bancos

Al 31 de diciembre del 2001, El sistema financiero Nicaragüense está compuesto por seis bancos entre ellos:

- BANPRO (Banco de la Producción)
- BANCENTRO (Banco de Crédito Centroamericano)
- BAC (Banco de América Central)
- BDF (Banco de Finanzas)
- CITIBANK (Citibank de Nicaragua S.A.)
- PROCREDITO (Procredit S.A.)

La institución bancaria Produzcamos (Banco de Fomento a la Producción), es un banco estatal de segundo piso, no realiza captaciones del público, esta institución puede contratar prestamos con organismos financieros del país o en el extranjero, emitir papel comercial, bonos. Está sujeto a regulación bancaria. Dadas estas características no se incluyo en el análisis.

Para la aplicación del modelo básico DEA, al sistema bancario nicaragüense, se considerara lo siguiente:

1. Se utilizara la orientación input
2. Se medirá la eficiencia técnica global y sus componentes.
3. El modelo se expresara en su forma envolvente

Formulación del modelo de programación lineal para estimar la eficiencia técnica global de la institución bancaria BANPRO (ver apéndice A formulación matemática)

BANPRO Modelo – CCR Año 2011

$$\text{Min } Z_0 = \theta$$

Sujeto a :

$$1749\lambda_{Banpro} + 1951\lambda_{Bac} + 878\lambda_{Bdf} + 569\lambda_{Citibank} + 1449\lambda_{Bancentro} + 557\lambda_{Procredito} \leq 1749\theta$$

$$54\lambda_{Banpro} + 81\lambda_{Bac} + 29\lambda_{Bdf} + 17\lambda_{Citibank} + 65\lambda_{Bancentro} + 26\lambda_{Procredito} \leq 54\theta$$

$$1935\lambda_{Banpro} + 12082\lambda_{Bac} + 5488\lambda_{Bdf} + 2453\lambda_{Citibank} + 14388\lambda_{Bancentro} + 1500\lambda_{Procredito} \leq 19735\theta$$

$$16259\lambda_{Banpro} + 10119\lambda_{Bac} + 5049\lambda_{Bdf} + 2145\lambda_{Citibank} + 13516\lambda_{Bancentro} + 1212\lambda_{Procredito} \geq 16259$$

$$\lambda_{Banpro}, \lambda_{Bac}, \lambda_{Bdf}, \lambda_{Citibank}, \lambda_{Bancentro}, \lambda_{Procredito} \geq 0$$

Este modelo debe ser resuelto para cada una de las instituciones bancarias y por cada periodo.

Formulación del modelo de programación lineal para estimar la eficiencia técnica pura de la institución bancaria BANPRO (ver apéndice A formulación matemática)

BANPRO Modelo – BCC Año 2011

$$\text{Min } Z_0 = \theta - \varepsilon(S_1^- + S_2^- + S_3^- + S_1^+)$$

Sujeto a :

$$1749\lambda_{Banpro} + 1951\lambda_{Bac} + 878\lambda_{Bdf} + 569\lambda_{Citibank} + 1449\lambda_{Bancentro} + 557\lambda_{Procredito} \leq 1749\theta - S_1^-$$

$$54\lambda_{Banpro} + 81\lambda_{Bac} + 29\lambda_{Bdf} + 17\lambda_{Citibank} + 65\lambda_{Bancentro} + 26\lambda_{Procredito} \leq 54\theta - S_2^-$$

$$1935\lambda_{Banpro} + 12082\lambda_{Bac} + 5488\lambda_{Bdf} + 2453\lambda_{Citibank} + 14388\lambda_{Bancentro} + 1500\lambda_{Procredito} \leq 1935\theta - S_3^-$$

$$16259\lambda_{Banpro} + 10119\lambda_{Bac} + 5049\lambda_{Bdf} + 2145\lambda_{Citibank} + 13516\lambda_{Bancentro} + 1212\lambda_{Procredito} \geq 16259 + S_1^+$$

$$\lambda_{Banpro} + \lambda_{Bac} + \lambda_{Bdf} + \lambda_{Citibank} + \lambda_{Bancentro} + \lambda_{Procredito} = 1$$

$$\lambda_{Banpro}, \lambda_{Bac}, \lambda_{Bdf}, \lambda_{Citibank}, \lambda_{Bancentro}, \lambda_{Procredito}, S_i^-, S_i^+ \geq 0$$

Al igual que el modelo anterior, el modelo debe ser resuelto para cada una de las instituciones bancarias y por cada periodo.

Formulación del modelo de programación lineal para estimar la eficiencia costo (asignativa) de la institución bancaria BANPRO (ver apéndice B formulación matemática)

BANPRO Modelo – Costo Año 2011

$$\text{Min } Z_0 = 0.08X_E + 14.7X_{BU} + 0.017X_{Dep}$$

Sujeto a :

$$1749\lambda_{Banpro} + 1951\lambda_{Bac} + 878\lambda_{Bdf} + 569\lambda_{Citibank} + 1449\lambda_{Bancentro} + 557\lambda_{Procredito} \leq X_E$$

$$54\lambda_{Banpro} + 81\lambda_{Bac} + 29\lambda_{Bdf} + 17\lambda_{Citibank} + 65\lambda_{Bancentro} + 26\lambda_{Procredito} \leq X_{BU}$$

$$1935\lambda_{Banpro} + 12082\lambda_{Bac} + 5488\lambda_{Bdf} + 2453\lambda_{Citibank} + 14388\lambda_{Bancentro} + 1500\lambda_{Procredito} \leq X_{Dep}$$

$$16259\lambda_{Banpro} + 10119\lambda_{Bac} + 5049\lambda_{Bdf} + 2145\lambda_{Citibank} + 13516\lambda_{Bancentro} + 1212\lambda_{Procredito} \geq 16259$$

$$\lambda_{Banpro} + \lambda_{Bac} + \lambda_{Bdf} + \lambda_{Citibank} + \lambda_{Bancentro} + \lambda_{Procredito} = 1$$

$$\lambda_{Banpro}, \lambda_{Bac}, \lambda_{Bdf}, \lambda_{Citibank}, \lambda_{Bancentro}, \lambda_{Procredito} \geq 0$$

Por medio del PL se determinan los valores óptimos de X_E , X_{BU} y X_{Dep} .

Siguiendo la metodología de los modelos anteriores, este programa debe ser resuelto para cada una de las otras instituciones y por cada periodo.

La tabla del anexo 2, muestra los resultados obtenidos de la solución de optimización del Programa lineal para obtener los índices de eficiencia Global, pura, escala y costo.

Par analizar la evolución de la productividad, se va a tratar las diferencias en productividad como diferencias en el mínimo requerimiento de Inputs dado un nivel de Outputs. Esto permitirá estimar un índice de productividad Input Orientado.

Dado que el periodo considerado para el análisis es cortó (4 años), se asumirá una tecnología fija como referencia para obtener el cambio productivo, dejando el año 2008 como referencia. Esto permitirá ver que institución bancaria se ajusta a los cambios tecnológicos o si aplica mejoras significativas en el proceso productivo.

Se estimara el índice de productividad de Malmquist propuesto por Fare et al (1994).

$$IPM_{FGNZ} = CET * CT = (CETP * CEE) * CT$$

Los resultados del índice de productividad de Malmquist están en el anexo 5, se presentan el cambio de eficiencia técnica pura, el cambio de eficiencia de escala, el cambio de eficiencia y cambio tecnológico.

Las instituciones bancarias que son utilizadas como referencias y que ayudaran a indicar la dirección de mejora de la eficiencia de la institución calificada como ineficiente, se indican en la tabla 3.

Tabla 3

Fijación de referencia para la mejora

Periodo	Institución Bancaria Ineficiente	Instituciones bancarias Referencias
Año 2011	BAC	BDF - BANCENTRO
Año 2010	BAC	BDF - BANCENTRO
Año 2009	BAC	BANPRO - PROCREDITO
	BANCENTRO	BANPRO - CITIBANK
Año 2008	BAC	BANCENTRO - PROCREDITO

Fuente: Elaboración propia

En términos generales el análisis de eficiencia técnica pura ETP, nos indica que el sistema financiero nicaragüense es eficiente³, con excepción de BAC que sistemáticamente a mostrado un débil desenvolvimiento, presentando índices de eficiencia menor a la unidad tanto técnica como asignativa (costo).

Para el año 2008, el índice de eficiencia técnica pura (ETP) del BAC fue 78.9%, esto significa que, como mínimo, este banco para llegar a ser eficiente deberá reducir su consumo de factores productivos 21.1% y operar a una escala de rendimientos decrecientes. Si BAC quisiera mejorar su eficiencia y operar con rendimientos constantes a escala tendría que reducir como mínimo la utilización de sus recursos en un 23.2% (su ETG=0.768).

Continuando nuestro análisis con BAC el ETP en los siguientes años sigue siendo inferior a la unidad, pero con un valor del índice mayor de 0.809, 0.861 y 0.895 para el 2009, 2010 y

³ Esta eficiencia mostrada por el sistema bancario es relativo al mercado financiero local, es necesario compararlo con otros sistemas bancarios de países latinoamericanos con escenarios financieros similares al nuestro.

2011 respectivamente, esto es señal que el banco ha venido aumentando sus esfuerzos por mejorar la eficiencia.

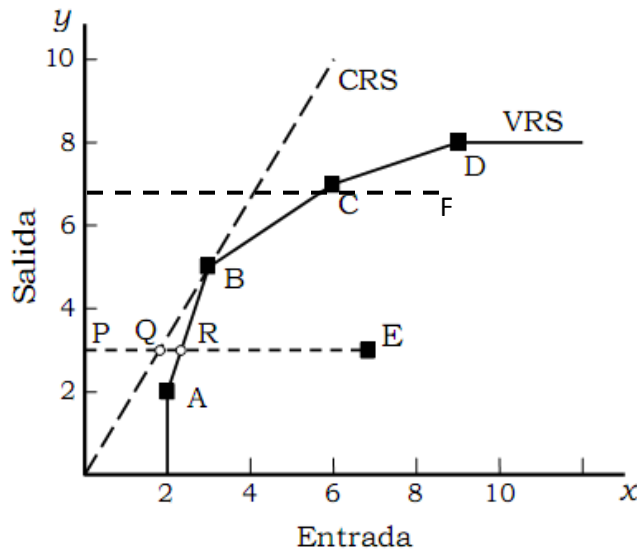
BANCENTRO en el año 2009 presento un $ETP=0.9935$, pero al siguiente año supero su condición de ineficiencia, lo cual muestra que la ineficiencia era coyuntural.

El índice de eficiencia a escala (EE) indica en cuanto una institución bancaria deberá de reducir su consumo de factores productivos para moverse de la frontera eficiente de rendimientos variable a la frontera eficiente de rendimientos constante.

Veamos el caso de CITIBANK para el año 2011, tiene un índice de eficiencia técnica pura $ETP=1$, significa que es eficiente operando en la frontera de rendimientos variable y opera con rendimientos a escala creciente, pero tiene un índice de eficiencia de escala $EE=0.93$, esto significa que deberá disminuir el uso de sus factores hasta un 7% y ubicarse en la frontera de rendimientos constantes.

Al analizar la eficiencia técnica global del sistema financiero nicaragüense para el periodo 2010-2011, dos bancos logran alcanzar la eficiencia global, estos son BANPRO Y BANCENTRO. EL BDF solo lo alcanza en el 2010. Las restantes instituciones bancarias, la principal fuente de ineficiencia es la relacionada con la de escala (ver anexo 2), obtuvieron un índice de eficiencia de escala inferior a la unidad, esto significa que estos bancos no estuvieron operando a escala óptima. Esta se origina cuando la entidad produce por debajo o por encima de su capacidad productiva y tiene lugar cuando el ETG (eficiencia técnica global) es menor que la ETP (eficiencia técnica pura).

Grafico 3.a



El gráfico 3.a, es el mismo gráfico 3, ahora le agregamos el punto F. La situación es la siguiente, el punto B es eficiente con rendimientos de escala tanto variable como constante y los puntos A, C y D son eficientes con rendimientos de escala variables, pero ineficientes con rendimientos a escala constante, A opera con rendimientos a escala creciente, mientras C y D con rendimientos decrecientes y los puntos F y E son ineficientes ya sea con rendimientos a escala variable como constante.

Ahora comparemos esta situación con nuestro estudio y tomando de referencia el año 2009, se llega a la siguiente situación, BANPRO Y PROCREDITO operan en el punto B, sus índices ETP=1 y ETG=1.

BDF Y CITIBANK están representados por el punto A, sus índices ETP=1 y ETG<1 y operan con rendimientos a escala crecientes.

BAC está representado por el punto F, su índice de eficiencia ETP<1 y ETG<1 y opera con rendimientos a escala decrecientes.

BANCENTRO está representado por el punto E, su índice de eficiencia ETP<1 y ETG<1 y opera con rendimientos a escala creciente.

BAC en el año 2009 fue calificado como ineficiente, veamos cómo podría mejorar su eficiencia, en ese año empleo 1824 trabajadores, opero con 74 sucursales y ventanillas y captó recursos por la suma de C\$9,822.0 millones, con un ETP=0.81, para mejorar su eficiencia y situarse en la frontera de rendimientos variables, deberá disminuir todos sus recursos (inputs) en un 19%, de tal manera que el empleo será 1477 trabajadores, operar

Análisis Envolvente de Datos: Estimación de la eficiencia técnica y asignativa del sector bancario nicaragüense, periodo 2008-2011 con 54 sucursales y ventanillas en el territorio nacional y captara recursos por C\$7,056.0 millones. Además tiene que realizar reducciones adicionales de 254 trabajadores y de 16 sucursales y ventanillas.

Para que BAC sea eficiente, los valores objetivos de los inputs serán:

$$\text{Valor objetivo del empleo: } 1,824 - (1-0.81)*1,824 - 254 = 1,824 - 347 - 254 = 1,223$$

$$\text{Valor objetivo de Suc. Y Vent.} = 74 - (1-0.81)*74 - 16 = 74 - 14 - 16 = 44$$

$$\text{Valor objetivo de Depósitos} = 9,822 - (1-0.81)*9,822 - 0 = 9,822 - 1,866 = 7,955.7$$

Este procedimiento de cálculo de los valores objetivos, se aplicará a las otras instituciones bancarias calificadas de ineficientes para el periodo analizado. El anexo 3 indica los valores objetivos de las instituciones bancarias calificadas como ineficiente. El anexo 3.a, muestra la mejora de eficiencia debido al movimiento radial y la mejora de eficiencia debido al movimiento de holgura. El anexo 4, muestra los Valores Objetivos para la mejora de la Eficiencia asignativa (costo), para las instituciones bancarias calificadas como ineficiente en costo.

Continuando el análisis con BAC, para el año 2009 el modelo recomendaba reducir el empleo en un 33%, las sucursales en un 41% y los depósitos en un 19% y finalizo el 2010 con un crecimiento del 4% en el empleo y del 6% en Depósitos, esta acción permitió incrementar las colocaciones en el 11%. Sin embargo el modelo lo siguió calificando como ineficiente, y esto se debe al exceso de recursos que está utilizando BAC, esta es la característica general que ha presentado este banco en el periodo analizado, un excesivo empleo de recursos.

Si nos vamos ahora a la parte de económica BAC también resulta ineficiente en el periodo, su índice de eficiencia costo es menor a la unidad. Este resultado es evidente, como resultado de un uso excesivo de recursos (empleo y bienes de uso) genera mayores costos operativos, el modelo al realizar un análisis comparativo con el sistema, encuentra otra institución bancaria que opera con menos costos operativos, por tal motivo lo califica como ineficiente en costo.

Los resultados en los valores objetivos para la eficiencia técnica y de eficiencia costo son diferentes, esto se debe a que la metodología utilizada, se estimaron las fronteras de eficiencia por separado. De tal manera que la reducción de los insumos mostrados en el anexo 3, permitirán a cada institución bancaria ser eficiente desde el punto de vista técnico y las reducciones mostradas en el anexo 4, permitirá a cada institución bancaria operar con el mínimo de costo.

El anexo 5, muestra los resultados obtenidos del índice de productividad de Malmquist y sus componentes en cambio de eficiencia pura, cambio de escala, cambio de eficiencia técnica y el cambio o progreso tecnológico.

Al analizar el índice de productividad de Malmquist, se observa que BANPRO institución líder del sistema bancario nicaragüense, tiene un aumento significativo en su productividad, experimentando crecimiento de 8.2% y 10.4% en el 2010 y 2011 respectivamente.

Volviendo al caso de BAC, este banco ha logrado mejorar significativamente su eficiencia técnica, creciendo su eficiencia en 11.6% en el 2010 y 16% en el 2011, pero se queda rezagado con respecto al proceso de modernización tecnológica, lo que le conlleva a una reducción de la productividad del 7.3% en el 2010 y 2.6% el en 2011. La mejora de la productividad mostrada por BANCENTRO en el 2010-2011 se explica por el proceso de modernización que está llevando a cabo esta institución, sin embargo este proceso se estanco en el 2011, ya que el valor del índice es igual en los dos años⁴.

Con relación a BDF, CITIBANK, estos han logrado cerrar la brecha entre las fronteras eficiente de escala constante y variable. Sus respectivos índices CEE superan la unidad, esto les permitió mejorar sus eficiencias técnicas. Sin embargo se han quedado rezagados en su proceso de modernización tecnológica, lo que incidió en una disminución de su productividad.

En el año 2009, todo el sistema financiero nicaragüense sufrió una disminución en la productividad, BANPRO disminuye su productividad en 1.72%, CITIBANK en 18.2%, BDF

⁴ Recuérdese que estamos utilizando el año 2008 como referencia de la mejora.

en 13.5%, BAC en 11.9%, BANCENTRO en 10.2% y PROCREDITO en 9.9%. Esta caída de la productividad se debió principalmente al retroceso tecnológico experimentado por el sistema. Un factor explicativo de este resultado es la crisis financiera mundial del 2008, que posiblemente obligo a las instituciones financieras a ser más cautelosa con sus políticas internas y a reacomodar la utilización de sus recursos con la finalidad de hacer frente a los efectos postcrisis que pudiera provocar a la débil economía nicaragüense.

Producto del análisis realizado a cada una de las instituciones bancarias seleccionadas se presentan las siguientes conclusiones:

1. La metodología utilizada permite evaluar la eficiencia técnica de las instituciones, para tener una mejor valoración del desempeño de cada institución debe de complementarse con el análisis financiero.
2. La institución bancaria BANPRO, ocupó durante el periodo de análisis la posición del más eficiente técnicamente y compartió con PROCREDITO la posición de más eficiente en costo.
3. El modelo calificó al BAC como la institución más ineficiente del sistema, sin embargo la institución ha realizado esfuerzos por ir mejorando su eficiencia, en el 2011 esta mejoría represente el 16% con respecto al 2008. Se requiere de un ordenamiento en la localización de sus sucursales y ventanillas en el territorio nacional y de igual manera en el personal contratado.
4. BANCENTRO segunda institución financiera en activos, según el modelo opera con eficiencia técnica y su ineficiencia costo es apenas del 0.0076, o sea 0.8%. Su mejora de la productividad es del 5%, producto de una mejora del progreso técnico.
5. PROCREDITO la disminución de su productividad se debe a dos factores, en primer lugar no está operando a escala óptima, en el 2001 se alejó en 14% y en segundo lugar ha experimentado un deterioro del 37% en su modernización tecnológica. El modelo en todo el periodo analizado lo califica como eficiente en costo.
6. El BDF que fue calificado como eficiente en costo en el 2008 y 2009, esta eficiencia disminuyó en el 3% en los siguientes años. Su ineficiencia técnica se debe a que no está operando en la escala óptima. Su disminución de la productividad es debido al retroceso en el proceso de modernización tecnológica.

7. CITIBANK su ineficiencia técnica también se debe a que no está operando en la escala óptima y la caída de su productividad se debe al retroceso tecnológico.

Referencia

Arias Jorge (2009). Evaluación de la Eficiencia Bancaria de Venezuela desde el análisis de Fronteras Determinísticas periodo 2005-2008. Tesis para optar al grado Magister Scientiarum en Ciencias Administrativas, Mención: Finanzas. Universidad de Oriente, Núcleo de sucre.

Banker, R., Charnes, A., y Cooper, W. (1984). Some Models for estimating technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. [Artículo en línea]. Management Science. 30(9): 1078-1092. Texto completo en: <http://astro.temple.edu/~banker/DEA/13%20Some%20Models%20for%20Estimating%20Technical%20and%20Scale%20Inefficiencies.pdf>

Berrios Guzmán, D. y Muñoz Santiago A. Análisis de la eficiencia relativa del sistema bancario en Colombia en el período 1993-2003 y propuesta estratégica de fortalecimiento. Pensamiento y Gestión, No. 18, ISSN 1657-6276. 2005.

Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 3(4), 429-444.

Jorge D.(2009), Evaluación de la Eficiencia Bancaria en Venezuela desde el análisis de Fronteras Deterministas (Periodo 2005 – 2008). Universidad de Oriente. Texto completo en: http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/207/1/PG_JA.pdf

Lozano Vivas, Ana. (2001). La eficiencia del sistema bancario español en el marco de la Union Europea. Universidad de Málaga. Ekonomiaz No. 48. Tercer cuatrimestre.

Poce J. y Tansini R. (2001). Una nueva evaluación de la Eficiencia Técnica en el Sector Bancario de Uruguay en el período 1992-1999. Universidad de la República.

Sanhueza, R. (2003). Fronteras de eficiencia, metodología para la determinación del valor agregado de distribución. [Tesis en línea]. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Católica de Chile. Texto completo en <http://www2.ing.puc.cl/power/paperspdf/sanhuezathesis.pdf>

Sarmiento P. M. (2007). Eficiencia en la Banca Central Moderna: Teoría, Evidencia y Lecciones para América Latina. Banco de la república de Colombia. Ciclo de conferencias de Banca Central, Banco Central del Ecuador

Vicente Coll y Olga M^a Blasco (2006) *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. Universidad de Valencia, España. Edición electrónica. Texto completo en www.eumed.net/libros/2006c/197

Anexos

Sistema Bancario Nicaraguense: Indicadores financieros a diciembre 2011

Anexo 1

Indicador	BANPRO	BANCENTRO	BAC	BDF	CITIBANK	PROCREDITO
Posicion por activos	1	2	3	4	5	6
Cartera neta/activos %	37,7	45,2	63	57,9	65,9	64,5
Inversiones /Activos totales						
Estructura %	30,2	32	4,82	14,9	6,1	0
Rendimiento %	3,8	3	2,8	7,9	1	0
Crecimiento interanual %	15,9	25,2	24,9	19,7	8,9	-1,4
Depositos/Pasivos%	88,2	80,6	91,5	85,7	93,5	87,6
Depositos/SF %	31,5	24,2	22,7	10,6	6,9	2,7
Gastos Ad./Activos promedio %	3,5	3,9	5	5,28	12,7	8,6
Margen financiero total %	6,3	5,5	7,7	7,8	19,2	17
Adecuacion del capital %	15,1	13,4	13,8	16,9	16,8	15,5

Fuente: Elaboracion propia, BCN

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas
 Análisis Envolvente de Datos: Estimación de la eficiencia técnica y asignativa del sector
 bancario nicaragüense, periodo 2008-2011

Anexo 2

Índices de eficiencia técnica y costo del sistema Bancario Nicaragüense 2008-2011

Años	Institución Bancaria	Eficiencia Técnica			Eficiencia Costo	Rendimientos de-escala
		Pura	Escala	Global		
		ETP	EE	ETG	EC	
2011	BANPRO	1.0000	1.0000	1.0000	1.00000	Constante
	BAC	0.8953	0.9958	0.8915	0.60996	Creciente
	BDF	1.0000	0.9793	0.9793	0.93474	Creciente
	CITIBANK	1.0000	0.9310	0.9310	1.00000	Creciente
	BANCENTRO	1.0000	1.0000	1.0000	0.91264	Constante
	PROCREDITO	1.0000	0.8596	0.8596	0.95876	Creciente
2010	BANPRO	1.0000	1.0000	1.0000	1.00000	Constante
	BAC	0.8608	0.9961	0.8574	0.63642	Decreciente
	BDF	1.0000	1.0000	1.0000	0.97891	Constante
	CITI	1.0000	0.8744	0.8744	1.00000	Creciente
	BANCENTRO	1.0000	1.0000	1.0000	0.99234	Constante
	PROCREDITO	1.0000	0.9897	0.9897	1.00000	Creciente
2009	BANPRO	1.00000	1.0000	1.0000	1.00000	Constante
	BAC	0.80999	0.9630	0.7801	0.66016	Decreciente
	BDF	1.00000	0.9408	0.9408	1.00000	Creciente
	CITIBANK	1.00000	0.7561	0.7561	0.99471	Creciente
	BANCENTRO	0.99350	0.9562	0.9500	0.92339	Creciente
	PROCREDITO	1.00000	1.0000	1.0000	1.00000	Constante
2008	BANPRO	1.0000	1.0000	1.0000	1.00000	Constante
	BAC	0.7894	0.9733	0.7684	0.70470	Decreciente
	BDF	1.0000	0.9606	0.9606	1.00000	Creciente
	CITIBANK	1.0000	0.8145	0.8145	1.00000	Creciente
	BANCENTRO	1.0000	1.0000	1.0000	0.99891	Constante
	PROCREDITO	1.0000	1.0000	1.0000	1.00000	Constante

Fuente: Elaboración propia

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas
Análisis Envolvente de Datos: Estimación de la eficiencia técnica y asignativa del sector
bancario nicaragüense, periodo 2008-2011

Evaluación de la Eficiencia Técnica del Sistema Bancario Nicaragüense 2008-2011

Valores Objetivos para la mejora de la Eficiencia, para los bancos calificados como ineficientes

Anexo 3

Periodo	Institución Bancaria Ineficiente	Eficiencia Técnica	Valores Objetivos				Valores Observados			
			Inputs			Output	Inputs			Output
			Empleo	Bienes uso	Depósitos	Colocaciones	Empleo	Bienes uso	Depósitos	Colocaciones
Año 2011	BAC	0.8953	1,220	51	10,817.2	10,119.1	1,951	81	12,082.2	10,119.1
Año 2010	BAC	0.8608	1,093	42	8,962.1	8,377.5	1,893	73	10,411.6	8,377.5
Año 2009	BAC	0.8099	1,223	44	7,955.7	7,567.9	1,824	74	9,822.0	7,567.9
	BANCENTRO	0.9935	1,285	47	10,169.2	9,118.7	1,293	53	10,471.9	9,118.7
Año 2008	BAC	0.7894	1,248	46	6,844.6	7,636.7	1,880	67	8,670.6	7,636.7

Fuente: Elaboración propia

REICE | 90

Evaluación de la Eficiencia Técnica del Sistema Bancario Nicaragüense 2008-2011

Anexo 3.a

Movimiento Radial y de Holgura para la mejora de la Eficiencia, para los bancos calificados como ineficientes

Periodo	Institución Bancaria Ineficiente	Movimiento Radial			Movimiento Holgura			
		Inputs			Inputs			Output
		Empleo	Bienes uso	Depósitos	Empleo	Bienes uso	Depósitos	Colocaciones
Año 2011	BAC	204	8	1,265	527	22	0.0	0.0
Año 2010	BAC	264	10	1,449	536	21	0.0	0.0
Año 2009	BAC	347	14	1,867	254	16	0.0	0.0
	BANCENTRO	8	0	68	0	5	234.6	0.0
Año 2008	BAC	396	14	1,826	237	7	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

Valor objetivo Inputs = V. Observado - M. Radial - M. Holgura = Nivel de Inputs optimo

Valor objetivo Outputs = V. Observado + M. Holgura = Nivel de Output optimo

Valor Objetivo = Es la mejora potencial que debe tener el banco para ser eficiente

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas
Análisis Envolvente de Datos: Estimación de la eficiencia técnica y asignativa del sector
bancario nicaragüense, periodo 2008-2011

Evaluación de la Eficiencia Asignativa (costo) del Sistema Bancario Nicaragüense 2008-2011

Anexo 4

Valores Objetivos para la mejora de la Eficiencia, para los bancos calificados como ineficientes

Años	Institución Bancaria Ineficiente	Eficiencia Costo	Valores Objetivos				Valores Observados			
			Inputs			Output	Inputs			Output
			Empleo	Bienes uso	Depósitos	Colocaciones	Empleo	Bienes uso	Depósitos	Colocaciones
2011	BAC	0.6099	1,261	38	12,216.3	10,119.1	1951	81	12,119.1	10,119.1
	BDF	0.9347	821	25	6,008.3	5,049.0	878	29	5,488.0	5,049.0
	BANCENTRO	0.9126	1,556	47	16,375.5	13,515.9	1449	65	14,387.6	13,515.9
	PROCREDITO	0.9587	569	17	2,453.6	2,145.8	557	26	1,500.4	1,211.6
2010	BAC	0.6364	1056	38	10,189.3	8,377.5	1893	73	10,411.6	8,377.5
	BDF	0.9789	694	32	5,157.2	4,575.5	858	31	4,875.7	4,575.5
	BANCENTRO	0.9923	1470	48	15,789.5	12,985.3	1378	55	13,914.4	12,985.3
2009	BAC	0.6602	1147	41	8,273.1	7,567.9	816	31	4,615.2	4,244.6
	CITIBANK	0.9947	752	31	1,853.0	2,245.3	566	31	2,995.0	2,245.3
	BANCENTRO	0.9234	1301	45	9,980.0	9,118.7	1293	53	10,471.9	9,118.7
2008	BAC	0.7047	1180	43	7,410.6	7,636.7	1880	67	8,670.6	7,636.7
	BANCENTRO	0.9989	1402	47	9,594.6	9,706.5	1368	52	8,942.4	9,706.5

Fuente Elaboración propia

Índice de Productividad de Malmquist del Sistema Bancario Nicaragüense 2008-2011

Institución Bancaria	Pura	Cambio de eficiencia			Progreso Técnico	Índice Productividad
		Pura	Escala	Técnica		
		CETP	CEE	CET	CT	IPM
Año 2011-2008	BANPRO	1.00000	1.00000	1.00000	1.10462	1.10462
	BAC	1.13415	1.02307	1.16032	0.83879	0.97327
	BDF	1.00000	1.01952	1.01952	0.85870	0.87546
	CITIBANK	1.00000	1.14304	1.14304	0.04474	0.05114
	BANCENTRO	1.00000	1.00000	1.00000	1.05345	1.05345
	PROCREDITO	1.00000	0.85958	0.85958	0.62423	0.53658
Año 2010-2008	BANPRO	1.00000	1.00000	1.00000	1.08186	1.08186
	BAC	1.09042	1.02376	1.11633	0.82982	0.92635
	BDF	1.00000	1.04102	1.04102	0.83864	0.87304
	CITI	1.00000	1.07356	1.07356	0.84539	0.90758
	BANCENTRO	1.00000	1.00000	1.00000	1.05739	1.05739
	PROCREDITO	1.00000	0.98971	0.98971	0.62888	0.62241
Año 2009-2008	BANPRO	1.00000	1.00000	1.00000	0.98270	0.98270
	BAC	1.02607	0.98942	1.01522	0.88096	0.89437
	BDF	1.00000	0.97939	0.97939	0.88315	0.86495
	CITIBANK	1.00000	0.92836	0.92836	0.88085	0.81775
	BANCENTRO	0.99350	0.95617	0.94996	0.94527	0.89797
	PROCREDITO	1.00000	1.00000	1.00000	0.90019	0.90019

Fuente: Elaboración propia

Apéndice A

Formulación matemática de programación lineal del modelo DEA básico.

Para la medición de la eficiencia técnica global se utilizara el modelo-CCR. Obtenemos la eficiencia técnica θ^* por cada unidad $j = 1, 2, \dots, n$ resolviendo el siguiente problema de programación lineal (fase I):

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_0 &= \theta \\ \text{Sujeto a:} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{r0} \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s \\ \lambda_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Para la medición de la eficiencia técnica pura se utilizara el modelo-BCC. Obtenemos la eficiencia técnica θ^* por cada unidad $j = 1, 2, \dots, n$ resolviendo el siguiente problema de programación lineal (fase II):

$$\begin{aligned} \text{Min } &\left\{ \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \right\} \\ \text{Sujeto a:} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{r0} - S_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq y_{r0} + S_r^+ \quad r = 1, 2, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j S_r^+ S_i^- &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Este modelo permitirá alcanzar la condición de optimalidad de Pareto-Koopmans

Apéndice B

Formulación matemática de programación lineal para la medición de la eficiencia en costo

$$\text{Min} \quad \sum_p w_{pj} x_{pj}$$

Sujeto a :

$$\sum_i^p \lambda_i x_{ip} \leq x_{pj} \quad \forall p$$

$$\sum_i^q \lambda_i y_{iq} \geq y_{iq} \quad \forall q$$

$$\sum_i^n \lambda_i = 1$$

$$\lambda \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n$$