
ARCHIVOS DE ECONOMÍA

Nueva Evidencia sobre la Eficiencia de la Banca Colombiana: Una medición con modelos de frontera no-paramétricos

Miguel SARMIENTO
Andrés CEPEDA
Hernando MUTIS
Juan F. PÉREZ



DNP Departamento
Nacional
de Planeación

Documento 392
Dirección de Estudios Económicos
18 de Marzo 2013

La serie ARCHIVOS DE ECONOMÍA es un medio de divulgación de la Dirección de Estudios Económicos, no es un órgano oficial del Departamento Nacional de Planeación. Sus documentos son de carácter provisional, de responsabilidad exclusiva de sus autores y sus contenidos no comprometen a la institución.

Consultar otros **Archivos de economía** en:

<https://www.dnp.gov.co/EstudiosEconomicos/ArchivosdeEconom%C3%ADa.aspx>

<http://www.dotec-colombia.org/index.php/series/118-departamento-nacional-de-planeacion/archivos-de-economia>

Nueva Evidencia sobre la Eficiencia de la Banca Colombiana: Una medición con modelos de frontera no-paramétricos^δ

Miguel SARMIENTO ^φ

Andrés CEPEDA ^γ

Hernando MUTIS ^{*}

Juan F. PÉREZ ^μ

Resumen

En este documento se evalúa la eficiencia de la banca colombiana durante el período 2000-2009 utilizando el método no-paramétrico de análisis envolvente de datos (DEA). Bajo el enfoque de intermediación financiera, se estimaron medidas de eficiencia técnica, de escala, y en costos empleando una aproximación global y otra por ventanas de tiempo. Se realizó un análisis inter-temporal del cambio en productividad mediante el cálculo del índice de Malmquist. Los resultados muestran que durante el periodo de estudio la industria bancaria presentó un incremento gradual en su eficiencia ubicándose en niveles cercanos al 80% en promedio, aunque con una elevada dispersión entre las entidades. En 2008 se presentó una caída generalizada en las medidas de eficiencia asociada al impacto sistémico de la crisis financiera internacional. Sin embargo, a partir de 2009 se observó una rápida recuperación en las medidas de eficiencia a excepción de la eficiencia en costos, lo que se explica en parte por la inflexibilidad en los costos laborales. Asimismo, se encontró evidencia a favor del incremento en la eficiencia técnica de las entidades que efectuaron fusiones y adquisiciones durante el periodo.

Palabras clave: Frontera de Eficiencia; Sistema Financiero; Métodos no-paramétricos; Fusiones y Adquisiciones.

Clasificación JEL: C14; G34; D24

^δ Este documento hace parte de un estudio más amplio sobre eficiencia del sistema financiero que se inició en 2010. Agradecemos los comentarios y la colaboración de Clara Machado, Sandra Benitez, Orlando Chipatecua, Jorge Cely, Hernán Piñeros, Linda Mondragón y Javier Pirateque quienes participaron en las sesiones de discusión realizadas en el Banco de la República. Una versión preliminar de este documento fue presentada por Andrés Cepeda como parte de su disertación de Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Andrés. Cabe mencionar que los resultados del estudio son de estricto carácter académico y no reflejan la posición de las instituciones para las cuales laboran los autores. Las opiniones aquí expresadas son de exclusiva responsabilidad de los autores, así como los posibles errores u omisiones.

^φ Banco de la República Colombia, actualmente en el Departamento de Economía, University of Illinois at Urbana-Champaign, IL. (sarmien2@illinois.edu).

^γ Asistente Graduado, Universidad de los Andes (ha.cepeda54@uniandes.edu.co)

^{*} Profesor Asociado, Universidad de los Andes (hmutis@uniandes.edu.co)

^μ Profesor Visitante, Universidad de los Andes (jf.perez33@uniandes.edu.co)

1. Introducción

La medición de la eficiencia de las entidades financieras ha crecido de forma importante en los últimos años en la medida en que las metodologías de frontera eficiente han avanzado en la caracterización de su operación. Asimismo, el auge de las fusiones y adquisiciones (F&A) entre las entidades financieras ha incrementado el interés, por parte de las entidades y de los propios reguladores del sistema, de conocer la eficiencia antes y después de los procesos de fusión y adquisición. A este respecto, DeYoung, Evanoff y Molyneux (2009) al revisar 150 estudios sobre F&A en Estados Unidos y Europa encuentran, entre otros aspectos, que en la mayoría de los casos estos procesos resultan en un mejoramiento del nivel de eficiencia así como en un incremento del valor de mercado de la entidad.

En términos del crecimiento económico, la importancia de incrementar la eficiencia en el sector bancario radica en que un mejor manejo de los recursos empleados en la operación de esta industria se traduce en productos y servicios con menores costos a los consumidores (usuarios del sistema), lo cual estimula el crecimiento económico y contribuye al desarrollo por diferentes canales (Ver, Dólar y Meh, 2002; Claus, Jacobsen y Jera, 2004).

En Colombia, las reformas llevadas a cabo al sector financiero a partir de la crisis económica a finales de la década de los noventa, unidas a los grandes cambios experimentados en materia de flexibilización y estabilidad financiera, han facilitado el desarrollo del sistema financiero. Asimismo, la globalización financiera, los avances tecnológicos y la apertura económica han ejercido presión adicional en un mercado cada vez más competitivo, impulsando a las entidades financieras a buscar la eficiencia en su operación con el fin de mantenerse en el mercado.

En efecto, el aumento de la competencia, la innovación financiera y un número considerable de entidades extranjeras entrando al país, han generado entre otros aspectos, un ambiente favorable para F&A entre entidades del sector. Esta estrategia ha reducido el número de entidades participantes en el sector, incrementando su tamaño, lo cual exige una mayor eficiencia en el manejo de los recursos (v.gr. depósitos, inversiones, cartera, etc.), así como una regulación prudencial más efectiva¹.

Por tal motivo, el estudio de la eficiencia del sector financiero ha sido un tema recurrente en la literatura colombiana. Sin embargo, como veremos más adelante los resultados difieren de forma importante debido al concepto de eficiencia empleado, las diferencias metodológicas y el tipo de muestra (periodos y entidades evaluadas). En este contexto, el presente estudio busca responder a tres aspectos particulares: ¿Cómo medir la eficiencia de una entidad financiera? ¿Cuál ha sido la evolución de la eficiencia de las entidades bancarias en Colombia? ¿Cuál ha sido el impacto de las fusiones en la eficiencia de las entidades absorbentes?

Bajo esta óptica, el presente estudio hace tres contribuciones a la literatura en Colombia: i) a nivel metodológico, se estiman diferentes medidas de eficiencia para la industria bancaria utilizando el método no-paramétrico de análisis envolvente de datos (DEA), el cual presenta ventajas frente a los métodos convencionales de frontera aplicados hasta el momento, tales como la no incorporación de una forma funcional específica para las firmas y la inclusión de la heterogeneidad, características esenciales de la industria bancaria; ii) a nivel empírico se evalúa el periodo 2000-2009 aportando nueva evidencia para una década de fuertes choques internos y externos (e.g. crisis financiera internacional) que afectaron el desempeño del sistema financiero; y iii) mediante un análisis por ventanas de tiempo de las

¹ La concentración del sistema financiero ha propiciado la presencia de entidades sistémicamente importantes o *Too-Big-To-Fail*, lo cual exige una regulación macro-prudencial con el fin de mitigar los efectos de contagio derivados de una falla de liquidez por parte de este tipo de entidades. Una evaluación del riesgo sistémico para el caso colombiano se puede consultar en León, Cepeda, Machado y Sarmiento (2011)

medidas de eficiencia técnica y utilizando el test no-paramétrico de medianas de Wilcoxon, se identifica el efecto de las F&A en la eficiencia de las entidades absorbentes.

El documento está organizado en 7 secciones, incluida esta introducción. En la segunda sección se revisan los conceptos de eficiencia y las metodologías de frontera eficiente. En la tercera se presenta la evidencia internacional sobre la medición de eficiencia del sistema financiero y se realiza un análisis de estudios recientes para el caso colombiano. En la cuarta se presenta la metodología DEA y los modelos empleados en este estudio. La quinta sección describe las variables y los datos de los modelos. La sección seis presenta los resultados de la medición de eficiencia en la industria bancaria y el análisis sobre el impacto de las F&A sobre la eficiencia de las entidades. Finalmente, en la séptima sección señalan las conclusiones del estudio.

2. El concepto de Eficiencia y las Metodologías de Frontera Eficiente

a) Medición de la eficiencia

La definición adecuada del concepto de eficiencia es primordial para realizar una medición apropiada y comprender el alcance de los resultados. El concepto más amplio señala que la eficiencia hace referencia a la habilidad de una firma para utilizar sus recursos de forma óptima y obtener sus productos. Para ello, el trabajo pionero de Farrell (1957) formalizó las diferentes medidas de eficiencia. En particular, la eficiencia puede ser vista como la capacidad de una empresa de producir el máximo de productos con un nivel dado de insumos (eficiencia técnica), enfoque que puede ser ampliado al observar la capacidad de la firma para combinar de manera óptima los insumos utilizados dado un nivel de precios (eficiencia de asignación).

La *eficiencia técnica* a su vez puede ser medida desde dos enfoques distintos. Por un lado, la eficiencia orientada al producto mide de qué manera una firma, dado un nivel de insumos, maximiza su producción. Por otra parte, la eficiencia orientada a insumos mide cómo una firma, dado un nivel de producto fijo, minimiza los recursos o insumos necesarios para hacerlo.

Alternativamente, la *eficiencia de asignación* también puede ser analizada desde los mismos dos enfoques: insumos o productos. El primero se centra en la combinación adecuada de unos insumos con precios dados para producir una cantidad fija de productos, mientras el segundo busca, dada una cantidad determinada de recursos producir una combinación adecuada de productos teniendo en cuenta el nivel de precios.

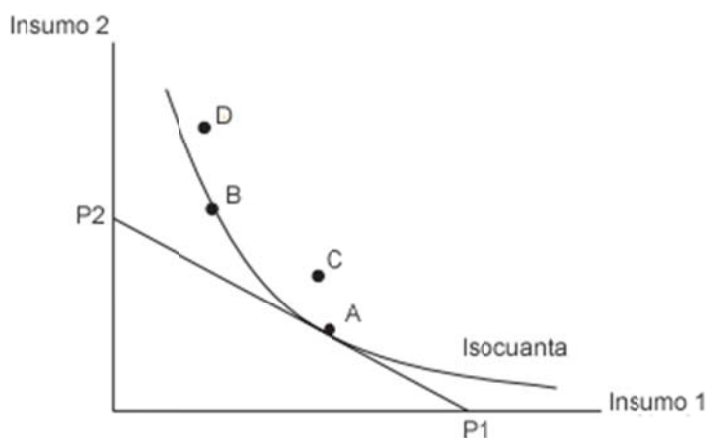
La combinación de la eficiencia técnica y de asignación conforma la eficiencia económica. Así, una firma es económicamente eficiente cuando maximiza el beneficio económico derivado de su operación. Para esto es necesario que la firma maximice sus productos dado su nivel de insumos, combinándolos de manera adecuada a precios de mercado.

b) Frontera de Eficiencia

El cálculo de las medidas de eficiencia descritas se realiza a través de la comparación entre el punto de producción observado y un punto óptimo o teórico de producción que conforma la “frontera” de eficiencia. Cuando la frontera es calculada a partir de una función de producción, donde la cantidad de producto está en función de la cantidad de los insumos empleados, se hace referencia a la eficiencia técnica. Por su parte, si la frontera es calculada mediante una función de costos, donde se relaciona el costo total de producción como función del nivel de producto, la cantidad de insumos y sus precios relativos, dicha frontera estará conformada por los procesos que exhiben eficiencia técnica y de asignación.

A este respecto, es posible que una firma sea eficiente desde el punto de vista técnico (producción), pero no desde el punto de vista de costos (asignativo). Como ilustración, en la Gráfica 1 se presentan cuatro firmas: D y C son firmas que presentan ineficiencia tanto técnica como asignativa, mientras que B es una firma eficiente técnicamente, pues se ubica sobre la frontera de mejores prácticas (isocuanta). Tan sólo la firma A es económicamente eficiente ya que presenta eficiencia técnica y de asignación, al ubicarse sobre la isocuanta y tangente a la curva de precios o isocostos. El producto de ambas medidas de eficiencia también se denomina como eficiencia-X.

Gráfica 1: Ilustración de la frontera eficiente



Fuente: Autores basado en Farrell (1957)

c) Métodos de frontera eficiente

A partir del concepto de eficiencia desarrollado por Farrell se han abordado varias metodologías para medir la eficiencia relativa de las firmas. Si bien estas parten de la misma base teórica para determinar una frontera eficiente de mejores prácticas, las técnicas para su estimación difieren entre el enfoque paramétrico y el no-paramétrico. La principal diferencia de estos métodos radica en la forma de

construcción (estimación) de la frontera de eficiencia y en la concepción acerca del término de ineficiencia y/o de la distribución asociada a este.

El método paramétrico más aplicado es el *Stochastic Frontier Approach* (SFA) propuesto por Aigner, Lovell, y Schmidt (1977), el cual se basa en la estimación de una función de costos o de producción (v.gr. Cobb Douglas o Trans-log) cuyos parámetros permiten caracterizar la frontera de eficiencia. Así, mediante el SFA se estima una frontera de producción o de costos donde los productos o los costos están en función de los insumos. La eficiencia es definida mediante una frontera a la cual se le incorpora un componente de ruido aleatorio (error) con el objetivo de capturar aquellos procesos aleatorios generadores de ineficiencias que no están bajo el control de la firma y se deben a factores externos a ella. Bajo este enfoque, el término de error se divide en dos componentes: el error aleatorio y la ineficiencia técnica.

La inclusión del término aleatorio es una de las principales ventajas del SFA, pues reconoce que no toda ineficiencia detectada radica en la operación propia de las firmas, sino que también obedece a choques aleatorios (v.gr. en el caso del sistema financiero el efecto no controlado sobre las crisis económicas, cambios de regulación, posturas de la política monetaria, etc.) a los que se ve sometido el proceso de conversión y producción. Sin embargo, los supuestos utilizados en la definición de la frontera estocástica, como lo son la forma funcional, por la cual se rige la conversión de los insumos en productos, y las distribuciones de ineficiencia y error, constituyen sus principales desventajas y objetos de crítica (ver Coelli, Prasada y Battese, 1998).

Las limitaciones del modelo SFA asociadas a los supuestos sobre la distribución de la ineficiencia fueron parcialmente superadas mediante el desarrollo del *Free Distribution Approach* (FDA). Como su nombre lo indica, la técnica FDA no requiere suponer una distribución específica para la ineficiencia debido a que se emplean datos de panel, lo cual permite encontrar el promedio del término de error para

cada unidad económica a través del tiempo. Este cálculo muestra la desviación de cada unidad respecto a la frontera, ya que el promedio del ruido aleatorio se supone debe ser cero a través del tiempo².

Por otra parte el método *Data Envelopment Analysis* (DEA) es una técnica no-paramétrica propuesta por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) para calcular la frontera de eficiencia basada en modelos de programación matemática. El DEA permite comparar relativamente la eficiencia entre las firmas evaluadas. Las ventajas de este método radican en que no se basa en una forma funcional específica para la función de costos o producción, ni requiere supuestos sobre las distribuciones de la ineficiencia. En vez de esto, se realizan supuestos sobre las propiedades de la tecnología que permiten definir el conjunto de procesos productivos factibles, cuya frontera envuelve los datos observados.

Sin embargo, el método DEA es criticado por no incorporar una medición de error aleatorio, resultando en que cualquier desviación de la frontera eficiente se define como ineficiencia. No obstante, cabe mencionar que los supuestos sobre la forma funcional bajo frontera estocástica pueden generar estimadores de ineficiencia que se pueden confundir con errores de especificación (Ver, Kumbhakar y Lovell, 2000).

Al no imponer una forma funcional específica para caracterizar el proceso de producción, el DEA no es susceptible a errores causados por la especificación de la tecnología de producción. Asimismo, este método permite considerar modelos con múltiples insumos y productos, además, debido a que la información con la cual se construye la frontera está dada por optimizaciones individuales de las firmas, se pueden aceptar comportamientos de tecnologías particulares para cada una de ellas (Cooper, Seiford y Zhu, 2004). A su vez, es menos exigente con la muestra de datos empleada para la estimación de la frontera; mientras que los métodos

² Ver detalles en Battese y Coelli (1995).

paramétricos requieren una elevada cantidad de datos para lograr estimadores adecuados³.

3. Evidencia Empírica

La medición de la eficiencia para las entidades financieras ha crecido de forma importante en los últimos años junto con la evolución de las metodologías de frontera eficiente (DEA y SFA) y el auge de las fusiones en el sistema financiero que han despertado el interés de los reguladores del sector.

a) Evidencia internacional

A nivel internacional la proliferación de estudios sobre la eficiencia de las instituciones financieras inició en la década de los noventa. El trabajo clásico de Berger y Humphrey (1997) donde se revisa la evidencia internacional basada en 150 estudios sobre eficiencia de la banca para 21 países desarrollados muestra que, en promedio, la eficiencia del sector bancario se ubica alrededor del 77%, aunque con una elevada dispersión. Así mismo, encuentran que los resultados para un mismo país también presentan una alta dispersión, lo cual radica principalmente en las diferencias metodológicas, de muestras y períodos de los estudios.

Berger y Mester (1997) revisan la literatura sobre eficiencia en los bancos comerciales de los Estados Unidos y a su vez, realizan una medición para el periodo 1990 y 1995. Los autores encuentran que la eficiencia en costos es cercana al 80%, mientras que la eficiencia en beneficios se ubica alrededor del 55% en este país. De otra parte, destacan que las medidas de eficiencia agregan información de forma independiente y que la eficiencia en costos no muestra una relación estrecha con la eficiencia en beneficios.

³ La flexibilidad del método DEA para medir eficiencia en sectores donde no existe una amplia disponibilidad de datos o en donde la cantidad de unidades a evaluar es muy reducida ha sido una de sus mayores ventajas frente al método de frontera estocástica. Por ello, su aplicación en evaluaciones de eficiencia para el sector público es más frecuente (ver Herrera y Pang, 2005; Sarmiento, 2006)

Allen, Engert y Liu (2006) realizan una comparación entre la eficiencia de los principales bancos comerciales de Canadá y los Estados Unidos entre 1986 y 2004, utilizando el enfoque SFA. Entre las diferentes medidas de eficiencia estimadas se destaca la estimación de una frontera de costos para cada país que permite hacer una comparación frente a la institución doméstica de mejores prácticas. Los resultados de esta estimación sugieren que a través del periodo de estudio los bancos de Canadá se ubicaron más cerca de la frontera de eficiencia doméstica que los bancos de los Estados Unidos frente a su respectiva frontera.

La metodología DEA, ha sido ampliamente utilizada en estudios internacionales para la medición de eficiencia en el sector bancario de Estados Unidos (Wheelock y Wilson, 1999; Alam, 2001), Europa (Altumbas et al. 2001; Weill, 2004; Resti, 1997). Entre los estudios para economías emergentes, se destaca el trabajo de Jemric y Vujcic (2002) en donde se emplea el enfoque DEA para analizar la eficiencia de la industria bancaria en Croacia. Los autores reconocen dos enfoques posibles para aproximarse a la medición, producción e intermediación⁴. En cuanto a los resultados encuentran que los bancos extranjeros presentan nivel de eficiencia técnica superiores a los registrados por los nacionales y que los bancos recientes (o nacidos de fusiones) también exhiben índices de eficiencia superiores a los de mayor tiempo en el mercado.

Fiorentino, Karmann y Koetter (2006) hacen un estudio comparativo de eficiencia bancaria en costos para los bancos alemanes, utilizando las aproximaciones DEA y SFA. Definen a la entidad bancaria como un intermediario que utiliza personal, depósitos y activos fijos, para producir cartera de crédito, inversiones en bonos y acciones, e inversiones en otros activos. Los precios de los insumos son derivados del cociente entre el gasto en personal sobre el número de

⁴ Los autores proponen para el enfoque de intermediación las inversiones a corto plazo y la cartera de créditos como los productos de la operación bancaria, mientras consideran que los activos fijos, el número de empleados y los depósitos totales son los insumos. En el enfoque de producción, proponen como insumos los egresos en intereses, las comisiones por servicios, el gasto en personal y el gasto en capital, mientras los productos son definidos como los ingresos por intereses y otros ingresos (comisiones por servicios)

empleados, intereses sobre el total de depósitos captados por el banco y depreciaciones sobre el total de activos fijos de la firma respectivamente. Al comparar las estimaciones encuentran que los resultados de eficiencia en el análisis SFA, se muestran muy por encima de su contraparte en DEA. Evidencia que también fue encontrada por Berger y Mester en su extensa revisión de literatura.

Chansarn (2008) estudia la eficiencia de los bancos en Tailandia usando una aproximación DEA bajo los enfoques de intermediación y operacional propuestos por Jemric y Vujcic con algunas diferencias⁵. Los resultados muestran que las medidas de eficiencia bajo el enfoque operacional tienden a ser mucho mayores y estables (alrededor del 90% para la mayoría del periodo) que las presentadas con el enfoque de intermediación, que oscilaron entre 86% y 72%.

Stauba, da Silva y Tabak (2010) utilizan modelos DEA para evaluar la eficiencia de la industria bancaria en Brasil. Entre los resultados se destaca que los niveles de eficiencia en costos de ese país fueron inferiores en comparación con los bancos de Europa y Estados Unidos. También encuentran que los bancos estatales presentaron una mayor eficiencia en costos frente a los extranjeros y privados. Contrario a los estudios previos, encuentran evidencia que sugiere que el tamaño de los bancos y el tipo de actividad no afectan la eficiencia de los bancos.

Dang-Thanh y Phuong (2012) aplican el método DEA y el índice de Malmquist para evaluar la eficiencia y el cambio en productividad de los bancos tailandeses durante el periodo 2007-2010. Los autores encuentran, entre otros aspectos, que la crisis internacional presentó un efecto tardío sobre la eficiencia de los bancos al evidenciarse sólo hasta 2010. Asimismo, encuentran que los bancos extranjeros fueron más afectados por la crisis frente a los locales.

⁵ Los insumos para este último, son definidos como depósitos y costo total, mientras se propone que los productos de la operación de intermediación bancaria son las inversiones y cartera de créditos.

a) Evidencia para Colombia

La literatura colombiana ha explorado la eficiencia en la banca nacional desde los años 80, donde trabajos pioneros de Bernal y Herrera (1983) y Suescún (1987), centraban su análisis en la estimación de funciones de costos para identificar economías de escala en la banca. Posteriormente, con el desarrollo de los modelos de frontera, el interés se desplazó hacia la medición de la eficiencia técnica y económica en la cual operaba el sector. Para ello, la Tabla 1 presenta una comparación sistemática de los estudios recientes.

El trabajo de Suescún y Misas (1996) utilizando el método de frontera gruesa, encontró que cerca del 30% de los costos operativos de los bancos comerciales se explican por la ineficiencia⁶. Por su parte, Castro (2001) caracterizó a los bancos como entidades intermediadoras (producción de inversiones y créditos de cartera, mediante el uso de depósitos, capital de trabajo y capital físico). Aplicando el método paramétrico FDA para los bancos durante el periodo 1994-1999 encontró que la eficiencia X (eficiencia técnica y de asignación) del sector se ubicó cercana al 55%. Bajo el mismo enfoque, Badel (2002) hace una estimación de eficiencia para los bancos de Colombia, Costa Rica y México, y encuentra que no se presenta una diferencia significativa en el nivel de eficiencia-X entre países, aunque dentro de cada uno existe una alta dispersión. Para el caso de Colombia, los resultados indican una eficiencia del 73%, nivel relativamente superior frente a los otros países estudiados.

Janna (2003) emplea el enfoque SFA y estima la eficiencia en costos de la banca colombiana para el periodo 1992-2002. Al igual que Castro, caracteriza la operación bancaria bajo el enfoque de intermediación y encuentra que en promedio, entre 1998 y 2002, la eficiencia en costos de la banca colombiana es de 34%. Asimismo,

⁶ El enfoque de frontera gruesa consiste en que ex-ante las firmas se clasifican bajo indicadores de desempeño con información histórica así: las “eficientes” e “ineficientes”. Luego se estiman dos fronteras estocásticas y se comparan las diferencias entre ellas, lo que brinda información sobre la ineficiencia.

sugiere que la carga regulatoria, el ciclo económico y el grado de concentración de la banca, presentan una relación positiva con el nivel de ineficiencia del sector.

Estrada y Osorio (2004) realizan un estudio mediante SFA sobre la eficiencia en costos de la banca colombiana entre 1989 y 2003. Utilizan el enfoque de intermediación de los trabajos anteriores, pero incluyen el capital financiero como variable de control, argumentando que esta variable es relevante ya que permite a una entidad financiera asumir los riesgos de su portafolio mientras constituye una alternativa de financiación para sus activos. En cuanto a los niveles de eficiencia estiman la eficiencia promedio en costos en 28% para el periodo, mientras que la eficiencia en beneficios se ubicó en 50%⁷.

Tabla 1. Comparación de estudios sobre eficiencia de la banca colombiana

Autores	Método	Periodo	Periodicidad	Insumos	Productos
Suescún Misas (1996)	TFA	1989-1995	Semestral	Capital físico y laboral	Cartera de créditos
Castro (2001)	FDA	1994-1999	Mensual	Capital físico, laboral y depósitos	Inversiones y cartera de créditos
Badel (2002)	FDA	1998-2000	Trimestral	Capital Financiero y laboral	Inversiones y cartera de créditos
Janna (2003)	SFA	1992-2002	Trimestral	Capital físico, laboral y depósitos	Inversiones y cartera de créditos
Estrada y Osorio (2004)	SFA	1989-2003	Trimestral	Capital físico, laboral y depósitos	Inversiones, depósitos en otros IF y cartera de créditos
Clavijo et. al. (2006)	SFA	1994-2005	Trimestral	Capital físico, laboral y depósitos	Inversiones y cartera de créditos
Cepeda, Sarmiento y Mutis (2010)	SFA	2000-2009	Trimestral	Capital físico, laboral y depósitos	Inversiones y cartera de créditos

Fuente: Compilación de los autores

⁷ Esta diferencia que coincide con la independencia de las medidas de eficiencia mencionada por Berger y Mester (1997) para los países desarrollados.

Clavijo et. al. (2006) estiman una frontera de eficiencia estocástica (SFA) para 30 bancos que cubre el período 1994-2005. El estudio sigue el enfoque de Castro aunque difiere en que estiman medidas de eficiencia absoluta y no relativa. Los resultados del estudio muestran que la eficiencia en costos para el sector se ubicó en 63% en promedio y a su vez, encuentran que este indicador ha mostrado una tendencia decreciente, que se explica en parte por la caída en la cartera hipotecaria que desde la crisis de 1999 no mostraba recuperación hasta 2005. Asimismo, evidencian una amplia dispersión en el nivel de eficiencia entre los bancos evaluados. Los autores enfatizan en la necesidad de remover las barreras regulatorias para facilitar el acercamiento de las entidades a la frontera de eficiencia. Al estudiar el impacto de las fusiones sobre la eficiencia encuentran que en la mayoría de los casos, éstas contribuyeron de forma positiva a la eficiencia de la entidad absorbente.

Cepeda, Sarmiento y Mutis (2010), hacen una estimación de la eficiencia en costos de los bancos comerciales bajo el enfoque SFA empleado una función de costos tipo Cobb-Douglas con un panel de datos desbalanceado para el periodo 2000-2009. Los autores encuentran que la eficiencia en costos de la banca colombiana durante el periodo de análisis ha venido disminuyendo gradualmente al pasar de 41.14% en 2000 a 30.77% en 2009. Asimismo, estiman que en promedio los bancos incurrieron en costos 2.73 veces superiores a los que presentaría un banco eficiente para producir el mismo nivel de productos. Al diferenciar por tipo de entidades encuentran que los bancos extranjeros fueron consistentemente más eficientes que los nacionales.

En síntesis, la evidencia empírica tanto internacional como local no muestra un consenso sobre el método apropiado para la medición de la eficiencia en el sistema financiero. Las mediciones con modelos no-paramétricos como el DEA han ganado espacio en la literatura por su flexibilidad, ya que no requieren el supuesto de una forma funcional específica que restringe el comportamiento de las entidades (e.g.

producción tipo Cobb-Douglas), así como supuestos adicionales sobre la distribución de la ineficiencia. Como veremos más adelante la capacidad de estimar varias medidas de eficiencia para un mismo grupo de entidades es otra ventaja de este método. Por tanto, aquí empleamos el método DEA para evaluar la eficiencia de la industria bancaria en Colombia, enfoque que no ha sido empleado hasta el momento para evaluar el sector financiero, pese a que su uso en otros sectores de la economía (educación, salud, transporte, etc.) ha sido extensivo (Sarmiento, 2006).

4. El Enfoque metodológico: DEA

a) Definición de los Modelos de Eficiencia Técnica

La metodología en este estudio parte del modelo no-paramétrico DEA propuesto inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes denominado (CCR) y posteriormente se incorporan otros modelos bajo ciertos supuestos. El proceso para el cálculo de las medidas de eficiencia bajo este enfoque se puede resumir en los siguientes pasos: i) Seleccionar el conjunto de insumos y productos de las firmas o (*Decision Making Units* - DMUs) y la orientación del modelo; ii) describir mediante ciertos supuestos las propiedades de la tecnología; iii) identificar el tipo de retornos a escala; iv) definir el tipo de índice de eficiencia y plantear un modelo (programa lineal) que permita el cálculo de los índices seleccionados.

Formalmente, en los modelo DEA se evaluarán n DMUs , donde cada una de ellas utiliza m insumos distintos para producir s productos diferentes. De esta manera la DMU j del análisis utiliza una cantidad $x_{ij} \geq 0$ del insumo i para producir una cantidad $y_{rj} \geq 0$ del producto r .

Así el modelo DEA CCR en su forma radial, usa la razón entre productos e insumos para medir la eficiencia relativa de la DMU_0 con respecto a las unidades

DMU_j para $j = 1, 2, \dots, n$. El programa lineal (1) describe el modelo CCR, *orientado a insumos*, para la unidad DMU_0 :

$$\begin{aligned} \theta^* &= \min \theta & (1) \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &\leq \theta x_{i0} & i = 1, 2, \dots, m. \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{r0} & r = 1, 2, \dots, s. \\ \lambda_j &\geq 0 & j = 1, 2, \dots, n; \end{aligned}$$

El valor de θ^* es la medida de eficiencia orientada a insumos de la DMU_0 . Debido a que no hay restricciones sobre los pesos λ_j , el modelo CCR toma como supuesto que las entidades exhiben *rendimientos constantes a escala* (CRS) supuesto que en el caso del sector bancario colombiano es muy fuerte debido a la diversidad de tamaños de los bancos del sistema. Por tanto, para permitir rendimientos variables a escala es necesario agregar una restricción de convexidad sobre los pesos λ_j . De esta manera al modelo CCR se le agrega la restricción:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (2)$$

Al incorporar la restricción (2) obtenemos el modelo BCC, propuesto por Banker, Charnes y Cooper (1984), permitiendo retornos variables a escala:

$$\begin{aligned} \theta^* &= \min \theta - \varepsilon (\sum_i^m s_i^- + \sum_i^m s_r^+) & (3) \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- &= \theta x_{i0} & i = 1, 2, \dots, m; \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ &= y_{r0} & r = 1, 2, \dots, s; \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j, s_r^+, s_i^- &\geq 0 & \forall i, j, r \end{aligned}$$

Por tratarse de una medida de la eficiencia relativa al grupo de comparación, en estos modelos por definición el desempeño de una DMU puede ser totalmente eficiente sí y sólo si $\theta^* = 1$ y además las holguras (*slacks*) asociadas a sus restricciones son $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$. No obstante, una firma puede ser débilmente eficiente al presentar $\theta^* = 1$, pero a su vez las holguras asociadas a las restricciones son $s_i^{-*} \neq 0$ o $s_r^{+*} \neq 0$. De igual forma se tiene que en el PL (3) la cantidad ε es un trascendental no arquimediano que indica que el problema debe resolverse en dos fases: en la primera se minimiza la medida radial de eficiencia θ , y en la segunda se maximiza la suma de las holguras, manteniendo constante el valor de θ encontrado en la primera fase.

De la misma forma se puede calcular la eficiencia *orientada a productos* al transformar el modelo BCC anterior en:

$$\begin{aligned} \varphi^* &= \min \varphi - \varepsilon(\sum_i^m s_i^- + \sum_i^m s_r^+) & (4) \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- &= x_{i0} & i = 1, 2, \dots, m. \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ &= \varphi y_{r0} & r = 1, 2, \dots, s. \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1. \\ \lambda_j, s_r^+, s_i^- &\geq 0 & \forall i, j, r \end{aligned}$$

b) Análisis de eficiencia de escala

Una vez obtenidos los índices de eficiencia técnica se procede a calcular la eficiencia de escala (SE) definida como el cociente entre la eficiencia obtenida del modelo CCR (retornos constantes a escala) y la eficiencia obtenida del modelo BCC (retornos variables a escala):

$$SE = \frac{CCR \theta^*}{BCC \theta^*} \quad (5)$$

Al comparar los dos modelos se obtiene la escala en que las firmas operan, en donde: $\sum_{j=1}^n \lambda_j^* \geq 1$ sugiere retornos decrecientes a escala (DRS), $\sum_{j=1}^n \lambda_j^* \leq 1$ retornos crecientes a escala (IRS) y $\sum_{j=1}^n \lambda_j^* = 1$ retornos constantes a escala (CRS).

En este contexto las firmas se mueven en distintas escalas de producción. En algunas situaciones una firma puede lograr que un aumento en sus insumos se traduzca en un incremento proporcional de sus productos (CRS); algunas incrementan en una proporción mayor sus productos ante un aumento en sus insumos (IRS); mientras que otras veces este incremento puede ser menor en proporción al aumento en insumos (DRC).

c) Modelo de Eficiencia en Costos

Bajo este enfoque se asume que las firmas minimizan costos. De esta manera se utiliza un enfoque orientado a insumos que se escribiría de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \min c_{i0}x_{i0} & \quad (6) \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j & \leq x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m. \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j & \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s. \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j & = 1. \\ \lambda_j & \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n; \end{aligned}$$

Donde c_{i0} se define como el costo del asociado al insumo i , que enfrenta la firma analizada (DMU₀). La medida de eficiencia en costos utilizando la relación:

$$0 \leq \frac{\sum_{i=1}^m c_{i0}x_i^*}{\sum_{i=1}^m c_{i0}x_{i0}} \leq 1 \quad (7)$$

De esta forma en (7) x_i^* representa los valores obtenidos como solución del modelo (6), mientras x_{i0} son los valores observados para la DMU_0 .

d) Índice de Malmquist

El índice Malmquist (IM) evalúa el cambio en la productividad de una firma entre dos periodos de tiempo y está definido como el producto de los términos de cambio en la eficiencia técnica (*Catch-up*) y cambio tecnológico (*Frontier-shift*).

$$IM = (Catch\ up) * (Frontier\ shift) \quad (8)$$

El IM expresado en (8) se calcula como:

$$M_I(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \frac{D_I^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_I^t(X^t, Y^t)} \left[\left(\frac{D_I^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_I^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_I^t(X^t, Y^t)}{D_I^{t+1}(X^t, Y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (9)$$

Färe et al. (1994) definen el IM en (9) como la relación entre el cambio en eficiencia técnica (*Catch-up*) al comparar la distancia de una firma a la frontera de eficiencia entre dos periodos de tiempo. Si el valor de esta razón es mayor a 1, la firma es más eficiente en el periodo $t+1$ frente al periodo t , lo que indica que se acerca más a la frontera en $t+1$. En el caso contrario (primer término de (9) inferior a 1) se tiene que la firma se alijó de la frontera en $t+1$.

El segundo componente en (9) mide el cambio técnico exhibido por la industria (conjunto de firmas evaluadas) al comparar la distancia entre las fronteras de eficiencia en t y en $t+1$. Por tanto, si este segundo componente es superior a 1, se dice que la industria presentó un cambio tecnológico positivo mejorando la eficiencia relativa de las firmas. El resultado de multiplicar los dos efectos es el IM. Si este índice es superior a la unidad ($IM > 1$) la firma incrementó su productividad durante el periodo evaluado. Este incremento puede ser resultado de un aumento en la eficiencia técnica y/o un cambio tecnológico positivo que beneficio toda la industria.

Cabe mencionar que en presencia de retornos variables a escala (modelo BCC) el cambio en eficiencia técnica (CE) o *Catch-up* se divide en dos componentes: eficiencia técnica pura y eficiencia de escala:

$$CE = \frac{D_I^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_I^t(X^t, Y^t)} = \frac{D_{VRS}^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_{VRS}^t(X^t, Y^t)} \times \frac{\frac{D_{CRS}^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_{VRS}^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}}{\frac{D_{CRS}^t(X^t, Y^t)}{D_{VRS}^t(X^t, Y^t)}} \quad (10)$$

Para el cálculo del IM bajo el enfoque DEA se asume que las funciones de distancia son recíprocas de las medidas de eficiencia técnica descritas en los modelos anteriores (Seiford and Thrall, 1990)⁸.

5. Datos y definición de variables

Siguiendo la evidencia de los estudios previos, solo se seleccionaron bancos comerciales en el estudio debido a las diferencias entre la actividad que caracteriza cada tipo de entidad perteneciente al sistema financiero. Estas diferencias pueden determinar funciones de tecnología y objetivo particulares para los distintos tipos de entidad, por lo cual un estudio agregado sobreestimaría las medidas de eficiencia.

Para el análisis se utilizaron datos trimestrales de una muestra de 23 bancos comerciales que operan en Colombia, constituyendo de esta forma un panel desbalanceado que cubre el período 2000-2009⁹. Los bancos seleccionados en este estudio representan el 87% de los activos totales del sector en Colombia. Los

⁸ Bajo este mismo enfoque, Galán y Sarmiento (2008) realizan una aplicación del modelo DEA para calcular el índice de Malmquist en la impresión de billetes de los bancos centrales que tiene a su cargo esta función. Los aspectos teóricos del índice de Malmquist y su cálculo bajo diferentes enfoques de frontera (SFA) y (DEA) se discuten en Caves et. al. (1982), Casu et. al. (2004) y Faré et. al (1997). Las aplicaciones del índice de Malmquist en la industria bancaria se pueden consultar en Wheelock y Wilson (1999) y Atkinson et. al. (2003).

⁹ Se denomina panel desbalanceado porque por efecto de las fusiones algunas entidades que se encuentran al principio del periodo no aparecen de nuevo en la muestra ya que fueron absorbidas o fusionadas. Los datos se recogieron de las bases de datos del Banco de la República y la Superintendencia Financiera de Colombia.

precios y niveles de insumos y productos se deflactaron a precios constantes de diciembre de 2009.

La imposición de una periodicidad trimestral en el análisis en vez de mensual como lo hace Castro (2001), se debió a la imposibilidad de disponer datos de nómina mensuales para las entidades bancarias. Aun cuando para la mayoría de las variables había datos mensuales, una estimación mensual de la nómina a partir de la serie trimestral incurriría en supuestos muy fuertes dado el uso extensivo de subcontratación por parte de las entidades financieras y la movilidad del personal.

En el análisis de eficiencia técnica se propuso un modelo DEA de dos insumos y dos productos. Bajo el enfoque de intermediación, las entidades bancarias utilizan depósitos e incurren en ciertos niveles de costos asociados a su operación para generar inversiones y cartera de créditos (Tabla 2).

Tabla 2: Descripción de las variables empleadas en la medición de eficiencia

Inversiones: Agregado de todos los títulos de deuda y participativos de la entidad.
Cartera de créditos: Agregado neto de todos los créditos ofrecidos por la entidad incluyendo la cartera comercial, vivienda, de consumo y microcrédito.
Depósitos: nivel de depósitos que la entidad tiene en captación.
Costos Totales: suma de los costos que la entidad asume en capital laboral, capital físico, otros gastos, y egreso financiero.

Fuente: SFC y Banco de la República, cálculos de los autores

Para el análisis de eficiencia en costos el modelo propuesto presenta dos productos y tres insumos con su respectivo costo asociado. El enfoque de intermediación para el modelo emplea los productos de la actividad bancaria como las inversiones realizadas por los bancos y los créditos ofrecidos. Para generar estos productos los bancos utilizan tres insumos, capital laboral, financiero y físico. El precio del capital laboral (C_L) es calculado como el cociente entre el gasto laboral y el número total de empleados, contratados y subcontratados. El precio del capital financiero (C_D) a su vez es calculado como el cociente entre egresos financieros y el

volumen total de depósitos; mientras que el precio del capital físico (C_K) se obtiene dividiendo los gastos administrativos más las depreciaciones entre el activo físico total del banco. A modo de referencia, en la Tabla 3 se presentan las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en los modelos descritos.

Tabla 3: Estadísticas sobre las variables de los modelos DEA^{1/}

Variable	Media	Desv. Est.	Min	Max
Gastos de Personal	31,099.20	33,796.72	554.92	237,854.80
Egresos Financieros	69,400.75	78,065.27	3,743.01	549,913.10
Gastos Admon.	52,049.10	60,880.06	1,939.67	580,496.60
Depósitos	3,885,754.00	4,660,119.00	146,005.10	29,600,000.00
Costo Total	152,549.10	165,228.70	11,791.40	1,119,157.00
Activo Fijo	93,036.73	101,070.50	5,359.08	710,837.10
Activo Total	5,643,130.00	6,577,083.00	319,757.30	41,700,000.00
Inversiones	1,357,952.72	1,472,720.17	32,466.74	8,277,268.00
Créditos	3,305,469.42	4,195,981.44	132,508.60	27,900,000.00

^{1/}Valores en \$mm a precios de 2009.

Fuente: SFC y Banco de la República, cálculos de los autores

6. Resultados

Con el fin de brindar mayor robustez al estudio se proponen dos aproximaciones distintas al análisis de eficiencia. En el primer enfoque, se realiza una aproximación global al período de análisis donde cada banco en un período trimestral es considerado una DMU distinta por el modelo. De esta forma, se conformó una base de 763 observaciones (DMUs) que representa los 23 bancos en diferentes periodos de tiempo. La segunda aproximación es un análisis por ventanas de tiempo en donde se evaluaron los resultados de 33 ventanas de tiempo distintas, de dos años cada una, para cada uno de los modelos de eficiencia técnica.

Cada una de estas aproximaciones, además de brindar los resultados de eficiencia para los periodos analizados, nos permite realizar una interpretación inter-temporal de la evolución de la eficiencia a lo largo del período de estudio.

Este enfoque inter-temporal se complementa con el cálculo del índice de Malmquist, que mide cambios de una entidad con respecto a la frontera a lo largo de distintos periodos, a la vez que incorpora y reconoce el posible cambio tecnológico a través del tiempo para todas las entidades evaluadas (industria).

a) Eficiencia Técnica: Aproximación Global

Al definir un modelo de eficiencia es importante elegir el enfoque a utilizar (orientado a insumos o productos) de acuerdo al tipo de actividad de las firmas evaluadas. Este estudio analiza la eficiencia reconociendo la naturaleza de las entidades bancarias en Colombia. Un mercado donde el nivel de bancarización es relativamente bajo que cuenta con un espacio suficiente para el crecimiento de las entidades. Este crecimiento solo se logra generando cada vez más productos en la operación bancaria.

De esta manera, el modelo orientado a productos nos indica el nivel de productos que debería estar generando el banco manteniendo sus costos e insumos, bajo este supuesto se asume que todas las entidades bancarias emplean la mano de obra, los activos físicos y los niveles de depósitos en niveles acordes a su modelo de negocio y nicho de mercado. Por esta razón, la orientación en la cual se centra el estudio es la eficiencia técnica orientada a productos. Sin embargo, con el fin de observar la consistencia en las medidas de eficiencia discutimos los resultados para ambas orientaciones.

Las primeras tres columnas de la Tabla 4 presentan los resultados del modelo de eficiencia técnica orientado a productos bajo el enfoque BCC propuesto en el PL (4) y bajo el enfoque CCR, así como la medida de eficiencia de escala que resulta de comparar ambos enfoques. Los resultados muestran que en promedio, la eficiencia orientada a productos para el sector bancario colombiano entre los años 2000 y 2009 fue de 79.03%, presentando un promedio de eficiencia de escala

del 95.10%. Se observa también que bajo el modelo CCR el nivel de eficiencia técnica es inferior (75.1%) debido a que éste asume retornos constantes a escala, mientras que el modelo BCC permite la presencia de retornos variables a escala entre las entidades.

Bajo este enfoque, se destaca que en 2000 la banca colombiana presentaba un promedio de eficiencia técnica del 73.09%, la cual aumentó gradualmente hasta alcanzar en 2007 un promedio de 87.27%. La recesión mundial que se presentó a principios de 2008 parece haber afectado la eficiencia de la banca colombiana que tuvo un retroceso de más del 2% frente al año anterior. Pese a ello, se destaca que en la última década los bancos colombianos han logrado aumentar en 18.41% su eficiencia que al cierre de 2009 fue de 86.54%.(Tabla 4).

Tabla 4: Medidas de eficiencia técnica y de escala promedio (2000-2009) aproximación global

Periodo	Modelo Orientado a Productos			Modelo Orientado a Insumos		
	Eficiencia Técnica (BCC)	Eficiencia Técnica (CCR)	Eficiencia de Escala	Eficiencia Técnica (BCC)	Eficiencia Técnica (CCR)	Eficiencia de Escala
2000	73.09%	66.94%	91.89%	72.13%	66.94%	93.50%
2001	72.41%	67.60%	93.63%	71.42%	67.60%	95.11%
2002	74.71%	71.77%	96.15%	74.13%	71.77%	97.03%
2003	77.46%	74.98%	96.82%	77.00%	74.98%	97.57%
2004	77.06%	74.43%	96.53%	76.79%	74.43%	97.04%
2005	78.91%	75.65%	96.07%	78.55%	75.65%	96.56%
2006	85.02%	81.51%	95.91%	85.07%	81.51%	95.98%
2007	87.27%	84.07%	96.27%	87.14%	84.07%	96.44%
2008	85.42%	79.41%	92.97%	85.27%	79.41%	93.21%
2009	86.54%	81.36%	94.24%	86.25%	81.36%	94.68%
Total general	79.03%	75.10%	95.10%	78.59%	75.10%	95.82%

Fuente: Cálculos de los autores

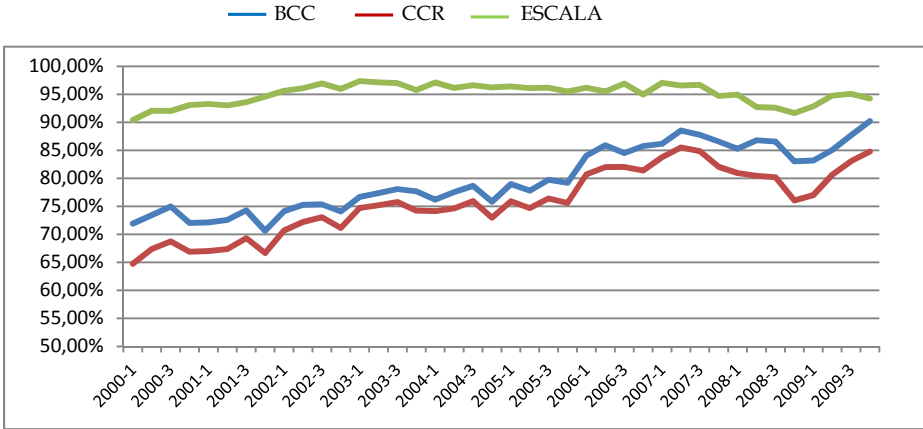
Al observar los resultados bajo el enfoque de orientación a insumos (parte derecha de la Tabla 4) en donde las entidades minimizan sus insumos dado su nivel de producto, se observa una tendencia muy similar en las tres medidas de eficiencia a la presentada bajo el enfoque de productos. La eficiencia técnica promedio orientada a insumos se estimó en 78.59% a lo largo de la última década, mientras que su nivel promedio de eficiencia de escala fue del 95.82%. A lo largo

de los años de estudio se observa un crecimiento constante del indicador de eficiencia, con retrocesos en el año 2004 frente al 2003 y en el 2008 frente a 2007.

Se observa que los índices de eficiencia bajo el modelo BCC son consistentemente inferiores frente a los del enfoque de productos, lo cual era de esperarse debido la naturaleza de maximización de producto que caracteriza las entidades financieras. Asimismo, se destaca la consistencia bajo el modelo CCR, ya que al asumir retornos constantes a escala los resultados bajo ambas orientaciones deben ser los mismos.

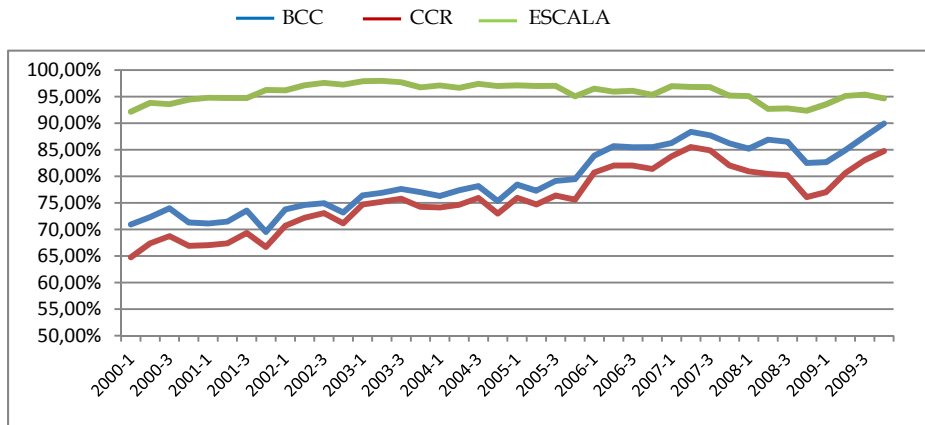
La Gráfica 2 presenta la evolución trimestral de las medidas de eficiencia técnica y de escala, donde se confirma el crecimiento permanente de ambas medidas de eficiencia técnica frente a una estabilidad en la medida de eficiencia de escala entre 2000 y el primer trimestres de 2007. A partir del segundo trimestre de 2007, se observa un deterioro en las medidas de eficiencia que sólo se revierte hasta el segundo trimestre de 2009. Una tendencia similar se observa bajo el modelo orientado a insumos presentado en el Gráfica 3.

Gráfica 2: Eficiencia técnica y de escala para el modelo orientado a productos



Fuente: Cálculos de los autores

Gráfica 3: Eficiencia técnica y de escala para el modelo orientado a insumos

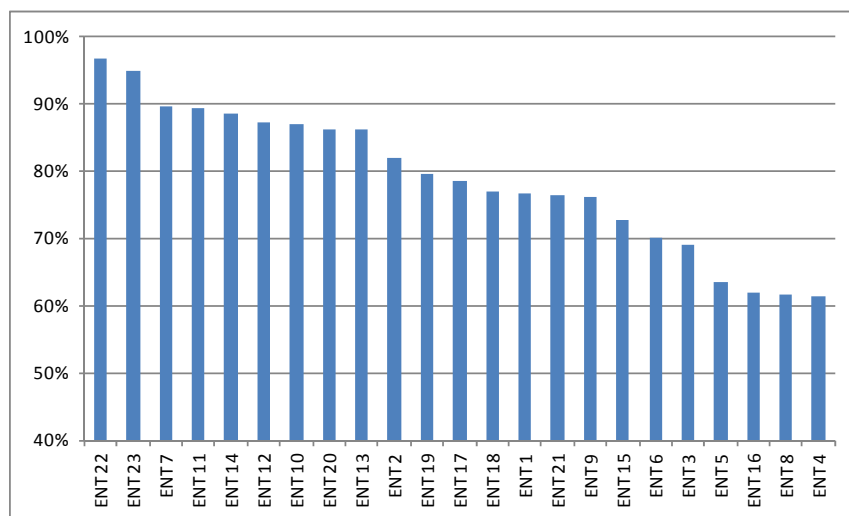


Fuente: Cálculos de los autores

La consistencia entre los resultados obtenidos en eficiencia técnica orientada a insumos y productos permite elegir uno de los dos enfoques para realizar los subsecuentes análisis en el estudio. De esta manera, acorde al supuesto de que los bancos operan a niveles de insumos adecuados para su particularidad de operación y nicho de mercado, el estudio continuará utilizando el enfoque orientado a productos, donde los bancos maximizan su producción, manteniendo constante su nivel de insumos.

Es importante mencionar que los resultados varían de forma significativa entre entidades. El Gráfico 4 muestra el índice BBC orientado a productos para cada entidad evaluada durante el periodo de estudio. Se observa que tan sólo 10 entidades (43% de la muestra) registra niveles de eficiencia superiores al promedio del periodo (79.03%). También se aprecia la presencia de un grupo de 4 entidades se ubican en los niveles de eficiencia técnica inferiores al 65%. La discriminación de las medidas de eficiencia se complementó con un análisis de las entidades que fueron usadas en más ocasiones como referentes de comparación, lo cual permite identificar las entidades con las mejores prácticas del grupo (Ver Anexo 1)

Gráfico 4: Índice de eficiencia técnica bajo el modelo BCC orientado a productos promedio 2000-2009 por entidad



Fuente: Cálculos de los autores

b) Eficiencia en Costos

La eficiencia en costos se calculó mediante el PL expresado en (6). Así, el modelo asume que una entidad utiliza personal, capital físico y depósitos a unos costos dados, para generar cartera de créditos e inversiones. Los resultados indican que en promedio la eficiencia en costos del sector durante el periodo se ubico en 64.50%, con una tendencia constante al alza, al pasar del 53.45% en 2000 al 82.44% al cierre de 2009 (Tabla 5).

Al examinar los resultados trimestrales se observa que, a diferencia de las medidas de eficiencia técnica, la eficiencia en costos no se recuperó después de la crisis de 2008 y continuó reduciéndose en 2009 (Gráfico 5). Desde el enfoque DEA, este resultado sugiere que la estructura de costos es inflexible o que existe una respuesta tardía de las entidades en el ajuste de los costos de los insumos, lo cual no ha permitido que éstos se adecuen a la caída en el nivel de producto a raíz del choque adverso de 2008. Cabe mencionar que esta característica de la industria

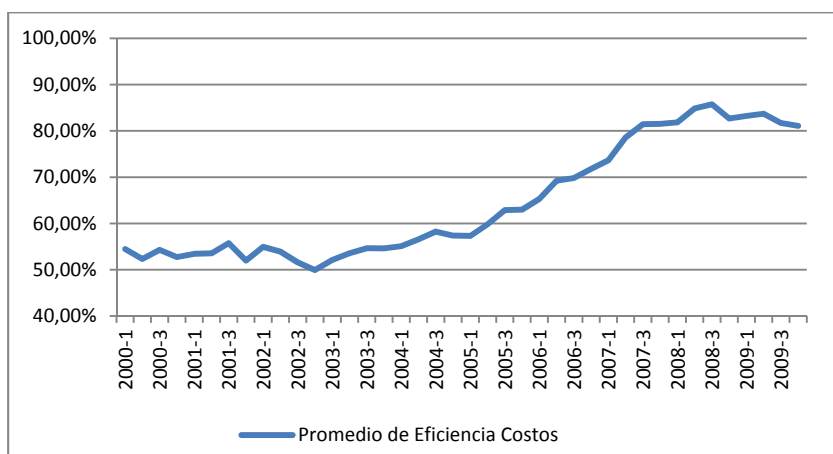
bancaria ya se había evidenciado luego de la crisis financiera de 1999 (Clavijo. et al. 2006). Al interior de la industria se observan diferencias apreciables en términos de la eficiencia en costos con entidades que muestran niveles promedio desde 33% hasta el 93% durante el periodo (Gráfico 6).

Tabla 5: Eficiencia en costos de las entidades promedios anuales

Periodo	Eficiencia en Costos
2000	53.45%
2001	53.66%
2002	52.59%
2003	53.73%
2004	56.82%
2005	60.73%
2006	69.03%
2007	78.78%
2008	83.79%
2009	82.44%
Promedio	64.50%

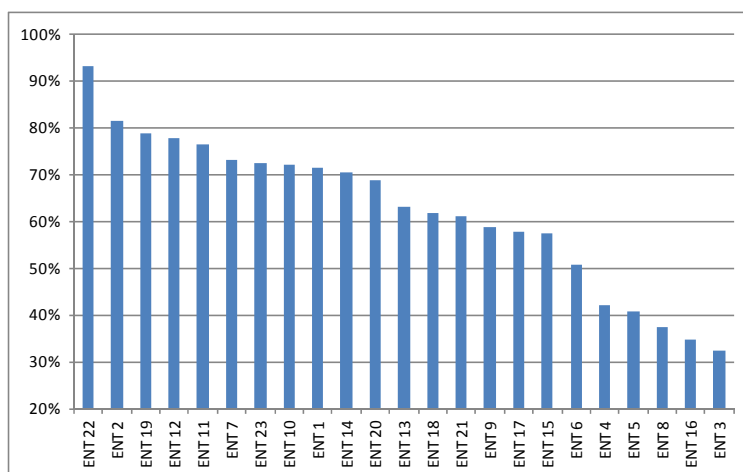
Fuente: Cálculos de los autores

Gráfico 5: Eficiencia en costos trimestral promedio para el sector bancario (2000-2009)



Fuente: Cálculos de los autores

Gráfico 6: Índice de eficiencia técnica en costos promedio 2000-2009 por entidad



Fuente: Cálculos de los autores

Por otra parte, llama la atención que los niveles promedio de eficiencia en costos de las entidades son menores a los observados en la eficiencia, hecho que coincide con los hallazgos de Berger y Mester para los Estados Unidos, y a su vez, con los resultados de Estrada y Osorio para Colombia. Esta diferencia sugiere que existe independencia entre las medidas de eficiencia técnica orientada a productos (en beneficios) y la eficiencia en costos. Sin embargo, en la práctica esta menor eficiencia o mayores costos en la operación de la industria bancaria se traducen en mayores tarifas para los usuarios del sistema financiero¹⁰ (ver Anexo 2).

c) Índice de Malmquist

El índice de productividad de Malmquist (MI) es el tercer enfoque utilizado para analizar la evolución de la eficiencia técnica de la banca colombiana a través del tiempo, en donde se empleó el enfoque propuesto en la ecuación (9). El cálculo del IM para el periodo 2000-2009 indica que se presentó un cambio favorable (ganancia) en productividad del 3.9% anual en la industria bancaria. La mayor

¹⁰ A partir de la comparación entre la eficiencia en costos y beneficios Turati (2003) sugiere que existe presencia de poder de mercado para el sector bancario en el caso europeo, específicamente afirma que los bancos ineficientes traducen mayores costos en mayores precios para el consumidor como una forma de mantener su beneficio.

parte de este cambio (74.4%) se debió al cambio tecnológico experimentado por la industria (*Frontier-shift*), que mejoró el promedio en 2.9% anual. El restante 25.6% del cambio en productividad se explica por una mejora en la eficiencia técnica de cada entidad (*Catch-up*) que fue en promedio del 1% anual (Tabla 6).

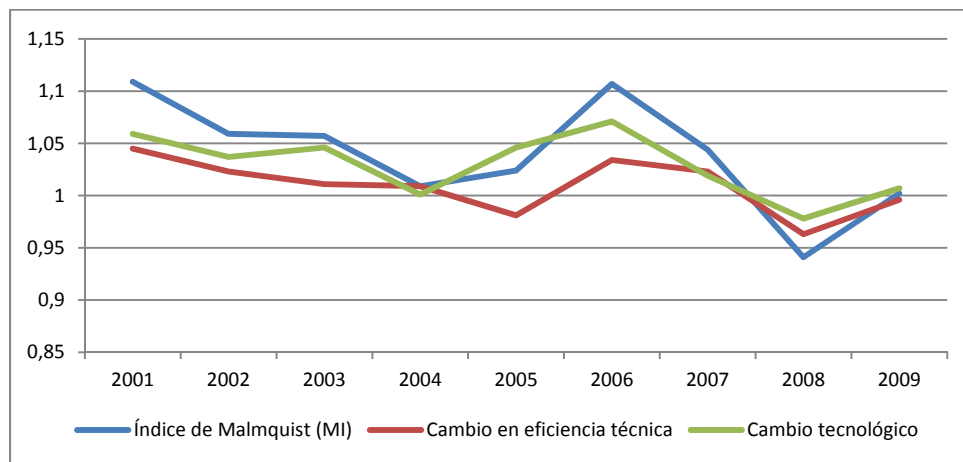
Tabla 6: Resultados del índice de Malmquist promedio anual para la industria bancaria (2000-2009)

Periodo	Índice de Malmquist (MI)	Cambio en eficiencia técnica (Catch-up)	Cambio tecnológico (Frontier-shift)
2001	1.109	1.045	1.059
2002	1.059	1.023	1.037
2003	1.057	1.011	1.046
2004	1.009	1.009	1.001
2005	1.024	0.981	1.046
2006	1.107	1.034	1.071
2007	1.044	1.023	1.019
2008	0.941	0.963	0.978
2009	1.002	0.996	1.007
2000-2009	1.039	1.01	1.029

Fuente: Cálculos de los autores

Se observa que para todos los años del periodo estudiado, a excepción del 2008, el cambio en productividad fue positivo ($IM > 1$), resultado que es consistente con lo observado en las medidas de eficiencia calculadas anteriormente. El mayor crecimiento se presentó en los periodos 2000-2001 (10.9%) y 2005-2006 (10.7%) seguido del periodo 2002-2004 (alrededor del 6%). Este resultado también sugiere que la industria bancaria ha presentado un cambio tecnológico positivo que en la práctica puede estar asociado a que las entidades se han beneficiado de forma similar de la tecnología disponible (e.g. innovación financiera) para aumentar su productividad a través del tiempo.

Gráfico 7: Índice de Malmquist, cambio en eficiencia técnica y cambio tecnológico para la industria bancaria (promedio anual 2000-2009)



Fuente: Cálculos de los autores

Por otra parte, en el Gráfico 7 se observa que en 2005, 2008 y 2009 el cambio en eficiencia técnica fue inferior a uno ($CE < 1$) lo cual sugiere que en esos años las entidades (en promedio) se alejaron de su frontera de eficiencia. Asimismo, se observa que la industria en su conjunto sólo registró una caída ($FS < 1$) en 2008, hecho que confirma el efecto “sistémico” de la crisis sobre las entidades bancarias¹¹. No obstante, se destaca la recuperación en las tres medidas a partir de 2009, hecho que también se ha observado en las anteriores medidas de eficiencia calculadas.

d) Eficiencia Técnica: Aproximación por ventanas de tiempo

En este análisis se evaluó a las entidades bancarias en 33 ventanas diferentes de tiempo con dos años de duración cada una. De esta manera, la primera ventana evaluada abarcaba los periodos comprendidos entre el primer trimestre de año 2000 hasta el último trimestre del 2001. Esto representa 8 observaciones para cada

¹¹ Se denomina efecto sistémico porque su impacto afectó a todas las entidades evaluadas de forma similar. Un resultado similar fue encontrado por Decanay (2007) al evaluar el impacto de la crisis de finales de los noventa sobre la industria bancaria en Filipinas. El impacto de cambios regulatorios en Noruega también ha sido un elemento que afecta a la industria en su conjunto al ser evaluado por el IM (Berg et. al. ,1992)

banco contenido en la ventana de tiempo seleccionada. En el Anexo 3 presenta la forma como se tomaron las ventanas para el análisis.

Los resultados observados en el análisis de ventana de tiempo para los modelos de eficiencia técnica y de escala orientada a productos, son presentados en el Tabla 7. Se encontró que la eficiencia promedio de la industria bancaria bajo este enfoque en el 2000 era de 80.48% mientras que en el 2009 alcanzó un nivel de 88.9%, representando un aumento de 10.50% y un promedio del 86.24%.

Tabla 7: Eficiencia técnica y de escala medida con el modelo orientado a productos (2000-2009) aproximación por ventanas de tiempo.

Periodo	Eficiencia BCC	Eficiencia CCR	Eficiencia de Escala
2000	80.48%	75.87%	94.33%
2001	81.33%	75.90%	93.49%
2002	83.52%	79.81%	95.51%
2003	85.57%	81.99%	95.77%
2004	85.38%	80.91%	94.70%
2005	86.51%	81.84%	94.67%
2006	90.59%	87.13%	96.27%
2007	91.11%	89.18%	97.89%
2008	88.96%	86.24%	97.06%
2009	88.93%	85.20%	96.06%
Total general	86.24%	82.41%	95.57%

Fuente: Cálculos de los autores

En la Tabla 8 se comparan los resultados del modelo BCC bajo la aproximación global y por ventanas de tiempo. Se observa que estos niveles de eficiencia son superiores a los presentados en el análisis global, aunque se mantiene la misma tendencia (ver Anexo 3). Las diferencias obedecen a que en la aproximación global todas las entidades y periodos de tiempo se incluyen en el mismo modelo, comparando de esta forma entidades de principios de la década con entidades ubicadas en los años posteriores. La clara tendencia al mejoramiento de la eficiencia con el paso del tiempo hace más visibles las diferencias en eficiencia, al

comparar las entidades relativamente ineficientes de principios de la década con las eficientes a finales de la misma.

Tabla 8. Comparación de la eficiencia técnica con el modelo orientado a productos aproximación global y por ventanas de tiempo.

Periodo	Promedio de Eficiencia BCC	Promedio Eficiencia BCC
	[Análisis Global]	[Análisis por ventanas de tiempo]
2000	73.09%	80.48%
2001	72.41%	81.33%
2002	74.71%	83.52%
2003	77.46%	85.57%
2004	77.06%	85.38%
2005	78.91%	86.51%
2006	85.02%	90.59%
2007	87.27%	91.11%
2008	85.42%	88.96%
2009	86.54%	88.93%
Total general	79.03%	86.24%

Fuente: Cálculos de los autores

Por otra parte, el análisis por ventanas de tiempo de dos años, hace que las entidades de principios de la década se comparen bajo una frontera asociada a dicho período, que es menos eficiente a la frontera asociada para las entidades bancarias en los años 2008 y 2009. Dado que el método DEA arroja eficiencias relativas a la frontera formada por aquellas entidades con mejores prácticas en el período de análisis, los resultados no son directamente comparables pero dan muestras de consistencia entre las aproximaciones en la medición de eficiencia global y por ventanas de tiempo.

e) Impacto de las fusiones y adquisiciones (F&A) en la eficiencia de la industria bancaria

La incidencia de las fusiones sobre la eficiencia de las entidades bancarias ha sido un tema recurrente en la literatura. Davis (2007) presenta evidencia sobre las fusiones en el sistema financiero y encuentra que entre 1990 y 2007 se realizaron

14.034 fusiones por un valor de US\$3.610 billones de las cuales el 67% se realizaron en países del G7. Al respecto destaca que las motivaciones de estos procesos de fusión radican en: i) el incremento del poder de mercado, ii) el aprovechamiento de economías de escala y de alcance, mediante el cual las firmas eficientes (nacionales o extranjeras) toman posesión de las menos eficientes, y iii) un amplio potencial de mercado en economías con bajos niveles de bancarización que atrae nuevos jugadores externos.

En el caso de Colombia, las F&A también han estado motivadas por los factores mencionados para el caso de las economías desarrolladas. A este respecto, Clavijo et. al. evalúan las F&A realizadas entre 1994 y 2005 y encuentra que los procesos realizados entre 2003–2005 fueron fusiones complementarias, en el sentido que buscaron explotar economías de escala y alcance; mientras que aquellas efectuadas a mediados de los noventa se realizaron principalmente entre entidades pares con el fin de obtener poder de mercado y no con el fin de obtener eficiencia multiproducto.

Durante el período 2000-2009 se realizaron 21 procesos de F&A en la industria bancaria de Colombia. Para evaluar el impacto de las F&A sobre la eficiencia de las entidades absorbentes, aquí se seleccionaron únicamente los procesos en donde tanto la entidad absorbente como la fusionada o adquirida fue un banco. Lo anterior debido a que las entidades son evaluadas bajo el enfoque de intermediación. Asimismo, se evaluaron aquellos procesos de fusión en donde se obtuvieron resultados de eficiencia para los 12 trimestres antes y después de la fusión, lo cual nos arroja una muestra final de 7 F&A para analizar (Ver Anexo 4)¹².

El análisis del impacto de las F&A sobre la eficiencia de las entidades bancarias absorbentes se realizó mediante un proceso de tres etapas. La primera consiste en identificar el cambio estructural o periodo de fusión con base en los resultados de

¹² Clavijo et. al. presentan un análisis detallado de los procesos de fusión y adquisición en el sistema financiero durante el periodo 1994-2005.

las eficiencias trimestrales, obtenidas por el modelo de eficiencia técnica BCC orientado a productos mediante la aproximación global. En la segunda fase se emplea el análisis por ventanas de tiempo para aislar los períodos post-fusión y pre-fusión de las series¹³. Así, utilizando los resultados obtenidos para cada entidad se conforman dos series con los promedios de eficiencia de los 12 trimestres anteriores y posteriores a la fusión. La tercera etapa consiste en aplicar la prueba no-paramétrica de comparación de medianas de Wilcoxon sobre las series obtenidas en la etapa 2, con el fin de identificar diferencias entre la eficiencia exhibida por la entidad antes y después de la fusión¹⁴.

En la Tabla 9 se presentan los resultados del test de Wilcoxon aplicado a las series de eficiencia técnica ex-ante y ex-post de las entidades absorbentes en los 7 procesos de F&A evaluados. Las pruebas de hipótesis indican que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de que las medianas son iguales en ambas series y a su vez, se acepta la hipótesis alternativa en la cual la eficiencia después de la fusión es significativamente mayor a la presentada por la entidad antes de ella. Lo anterior sugiere que existe evidencia a favor del incremento en la eficiencia de las entidades absorbentes luego de realizar un proceso de F&A, debido a que estas presentaron niveles sistemáticamente superiores de eficiencia después del proceso de fusión.

Para ilustrar los resultados y con el fin de hacer una comparación sobre el efecto de las fusiones entre entidades, la Gráfica 8 presenta los índices de eficiencia técnica obtenidos para las entidades absorbentes en tres F&A seleccionadas. Se observa que en la F&A 3 (panel a) la principal caída en los indicadores de eficiencia se presenta en el tercer trimestre de 2005 en el índice CCR, periodo que coincide con la fusión que efectuó esta entidad. Asimismo, se aprecia una ganancia

¹³ El trimestre en donde ocurre la fusión no es incluido en ninguna de las dos series pues está afectado por las dificultades administrativas que enfrentan las entidades en la reorganización del personal, activos, entre otros aspectos, los cuales se ven reflejados en la unión de cuentas y balances.

¹⁴ El test no-paramétrico de comparación de medianas de Wilcoxon (1945) ofrece mejores resultados en muestras cortas y asimétricas que su homólogo paramétrico t-student.

importante en la eficiencia BCC durante ese mismo período, la cual continúa ex-post a la fusión. Nótese que la prueba de Wilcoxon se rechaza la hipótesis nula de diferencia de medianas ex-ante y ex-post al 14%, nivel estadísticamente bajo lo que indicaría que no se presenta una diferencia significativa en el nivel de eficiencia de la entidad. Sin embargo, existe evidencia al 93% de confianza de que luego de la fusión la eficiencia se incrementó de forma importante, lo cual también se confirma en el gráfico.

Tabla 9: Resultados de la prueba de medianas de Wilcoxon aplicados a las series pre-fusión y post-fusión de las entidades absorbentes en las F&A (P-value)

Hipótesis ^{1/}	Interpretación del test	F&A 1	F&A 2	F&A 3	F&A 4	F&A 5	F&A 6	F&A 7
Ho: Mediana = 0 Ha: Mediana > 0	Eficiencia antes de la fusión <u>mayor</u> que la eficiencia presentada después de ella.	0.9971	0.9712	0.9807	0.9998	0.9992	0.9998	0.9941
Ho: Mediana = 0 Ha: Mediana < 0	Eficiencia antes de la fusión <u>menor</u> que la eficiencia presentada después de ella.	0.0352**	0.068*	0.073*	0.0032***	0.0027***	0.0032***	0.0327**
Ho: Mediana = 0 Ha: Mediana ≠ 0	Eficiencia antes de la fusión <u>diferente</u> a la eficiencia presentada después de ella.	0.0721*	0.0921*	0.146	0.0063***	0.0082***	0.0063***	0.0654*

Los símbolos *, **, *** representan niveles de significancia al 10%, 5%, y 1%, respectivamente.

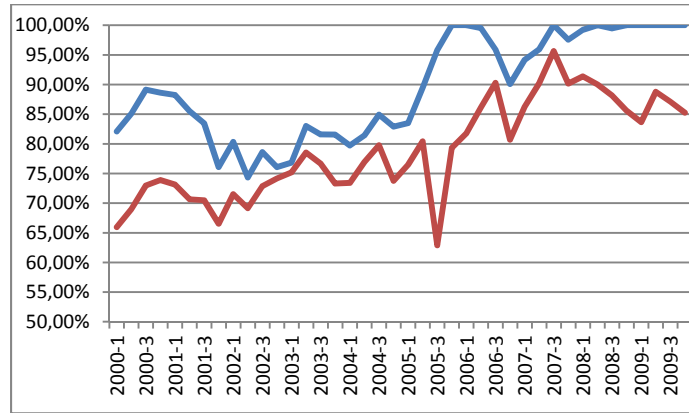
^{1/} Medianas del índice de eficiencia técnica BBC orientado a productos para la serie trimestral Pre-fusión Post-fusión (12 trimestres antes y después de la fusión).

Fuente: Cálculos de los autores

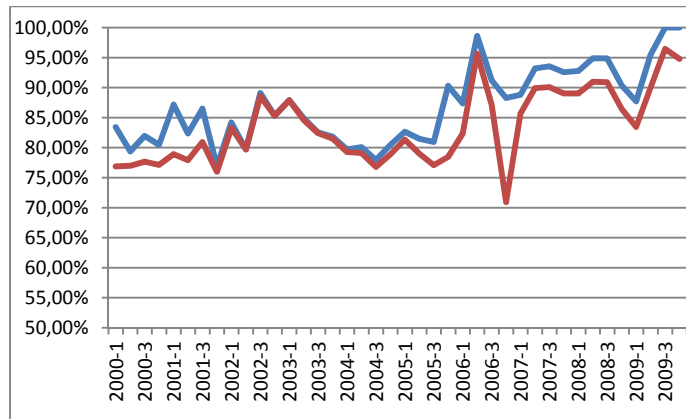
Gráfica 8: Medidas de eficiencia para entidades absorbentes seleccionadas en las F&A (modelo orientado a productos bajo la aproximación global)

— BCC — CCR

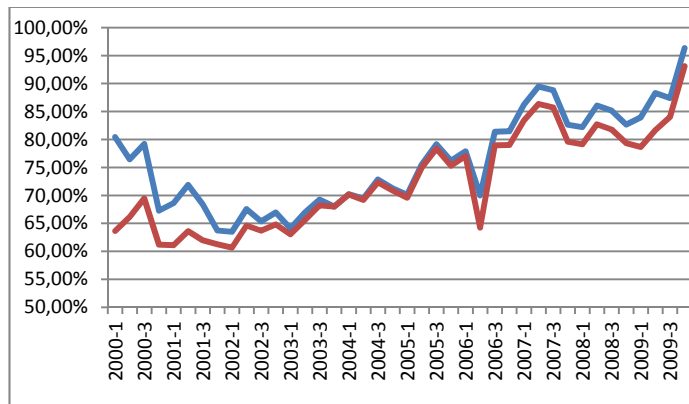
(a) F&A 3 (III-2005)



(b) F&A 4 (II-2006)



(c) F&A 7 (IV-2006)



Fuente: Cálculos de los autores

En el caso de la F&A 4 el periodo de la fusión (segundo trimestre de 2006) coincide con una caída en ambos índices de eficiencia técnica en una magnitud superior al 30% (panel b). Una vez, efectuado el proceso de fusión la entidad exhibe un rápido incremento en las medidas de eficiencia, con niveles comparativamente mayores a los registrados antes de la fusión. Una tendencia similar se observa en la F&A 7 realizada en el cuarto trimestre de 2006 (panel c). A diferencia de las anteriores fusiones, las medidas de eficiencia de esta entidad se incrementaron en más de un 20 puntos porcentuales después de la fusión.

7. Consideraciones finales

En este estudio se empleó el método no-paramétrico DEA para evaluar la eficiencia de la industria bancaria en Colombia durante el periodo 2000-2009. A diferencia de los métodos paramétricos que han empleado los estudios recientes para Colombia, éste método no exige el supuesto de una forma funcional específica, lo que evita restringir el comportamiento de las entidades a condiciones que no siempre se presentan. De igual forma, bajo los modelos con retornos variables a escala (BCC) se incorpora la heterogeneidad de las entidades (derivada de las diferencias en tamaño, propiedad local o extranjera, etc.).

El método DEA no requiere hacer supuestos adicionales sobre la distribución de la ineficiencia, lo cual indica, en parte, que toda la ineficiencia proviene de la firma y no del entorno (variables no controlables). Sin embargo, en la práctica esta condición sugiere que la medida de eficiencia incorpora la capacidad de la firma para absorber los choques del entorno, lo cual se evidenció en los resultados obtenidos en este estudio.

En efecto, se encontró que, bajo el enfoque de intermediación financiera, la eficiencia técnica de la industria bancaria se incrementó gradualmente durante el periodo de estudio a excepción del año 2008, en donde se presentó una caída importante que afectó toda la industria. El índice de eficiencia agregado pasó de 73.09% en 2000 a 86.54% al cierre de 2009, con un promedio del 79.03% en el periodo. A nivel individual se observó una heterogeneidad importante entre las entidades bancarias que registraron índices de eficiencia técnica entre el 60% y 90% en promedio para el periodo.

Se destaca que esta tendencia en el nivel de eficiencia se presentó durante un periodo de fuertes choques internos y externos. En el contexto interno, es evidente que el aumento de la cartera y las inversiones (principales productos de la industria) se beneficiaron del auge del consumo y la inversión durante la primera mitad de la década, lo que facilitó, en gran medida, el crecimiento sostenido de la eficiencia técnica de la industria. Asimismo, se observa que los cambios en la postura de la política monetaria desde 2006 (incremento en las tasas de interés y encajes) parecen ser absorbidos de forma eficiente por la industria, debido a que los índices calculados continuaron su incremento gradual, pese al encarecimiento del crédito y de las restricciones monetarias (e.g. encaje marginal en 2007).

Por su parte, se encontró que el único choque que afectó negativamente la eficiencia técnica en una magnitud similar para todas las entidades fue la crisis financiera internacional que se materializó en 2008. En efecto, la caída del consumo y la inversión afectaron directamente la habilidad de los bancos para incrementar su nivel de producto, lo cual asociado a un nivel relativamente estable de insumos, se tradujo en una reducción generalizada de los índices de eficiencia.

De igual forma, el inherente riesgo de contagio por parte de las entidades que dependen de capital extranjero, acrecentó las restricciones de liquidez en el sistema, lo que propicia un ambiente de incertidumbre en la industria bancaria reduciendo su capacidad de incrementar el retorno de sus inversiones. No obstante, se destaca

que en 2009 las entidades exhibieron una rápida recuperación en el nivel de eficiencia técnica, alcanzando niveles superiores a los exhibidos a mediados de la década cuando la economía estaba en una fase de fuerte expansión.

Por otra parte, la eficiencia en costos se ubicó en un promedio de 64.5%, y mostró un crecimiento importante a lo largo del periodo al pasar del 53.45% en 2000 al 82.44% en 2009. Sin embargo, se encontró que a diferencia de las medidas de eficiencia técnica, la eficiencia en costos presentó un menor nivel y además continuó reduciéndose después de la crisis de 2008. Lo anterior sugiere, de una parte, que existe independencia entre las medidas de eficiencia técnica orientada a productos y la eficiencia en costos, y por otra, que la estructura de costos de la industria bancaria es poco flexible y no ha permitido un rápido ajuste en los costos de los insumos (e.g. personal); característica que ya había sido observada en otros estudios para Colombia luego de la crisis financiera de finales de los noventa.

El cálculo del índice de Malmquist mostró que la productividad en la industria bancaria amentó en promedio 3.9% durante el periodo, crecimiento que se explica en mayor medida por el cambio tecnológico experimentado en la industria (77%), y en menor grado por el aumento de la eficiencia técnica de las entidades (23%). Asimismo, se observa que la industria en su conjunto sólo registró una caída en éste índice en 2008, hecho que confirma el efecto sistémico de la crisis internacional que afectó de forma generalizada (cambio tecnológico negativo) a las entidades bancarias en Colombia. No obstante, se destaca la recuperación del índice y sus componentes a partir de 2009.

Por otra parte, mediante la aproximación por ventanas de tiempo a las medidas de eficiencia y el test de Wilcoxon, se encontró evidencia a favor del incremento en la eficiencia técnica de las entidades absorbentes luego de realizar el proceso de F&A. Este resultado fue observado para los 7 procesos de F&A que se evaluaron durante el periodo de estudio.

Futuros estudios deberían centrarse en estudiar la sensibilidad de las medidas de eficiencia ante los mencionados choques en el entorno local e internacional. Por ahora, encontramos que únicamente choques sistémicos (e.g. crisis financieras) afectan directamente la industria. Sin embargo, es necesario profundizar sobre los efectos de la regulación bancaria, ya que por ejemplo, los incrementos en los requerimientos de capital exigidos por Basilea III, requerirá una mayor eficiencia por parte de la industria bancaria con el fin de evitar incrementos en los costos de intermediación y afectar la eficiencia de la economía.

Referencias

- Aigner, D.J., Lovell, C.A.K., y P. Schmidt. (1977) "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", *Journal of Econometrics*, No. 6, Vol. 1, 21-37, July.
- Alam, I.M.S. (2001) "A nonparametric approach for assessing productivity dynamics of large U.S. banks," *Journal of Money, Credit and Banking*, 33(1):121-139.
- Allen, J., W. Engert, y Y. Liu. (2006). "Are Canadian Banks Efficient? A Canada-U.S. Comparison", Bank of Canada Working Paper No. 2006-33.
- Altunbas Y., Gardener E. P. M., Molyneux P. y Moore B. (2001), Efficiency in European banking, *European Economic Review*, 45, 1931-1955.
- Atkinson, S.E., C. Cornwell, y O. Honerkamp. (2003) "Measuring and Decomposing Productivity Change: Stochastic Distance Function Estimation versus Data Envelopment Analysis," *Journal of Business and Economic Statistics*, 21(2):284-294.
- Badel, A. (2002) "Sistema Bancario Colombiano: ¿Somos eficientes a nivel internacional?", *Archivos de Economía*, DNP, Documento 190.
- Banker, R.D., Charnes, A., y W. Cooper. (1984) "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, No. 30, Vol. 9, pp. 1078-1092.
- Battese G., y T Coelli. (1995) "A Model for Technical Inefficiency Effects in Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economic*, No. 20.
- Berg, S.A., F.R. Førsund y E.S. Jansen. (1992) "Malmquist indices of productivity growth during the deregulation of Norwegian banking 1980-89," *Scandinavian Journal of Economics*, 94 (supplement): 211-228.
- Berger, A. y D. Humphrey. (1997) "Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research", *The Wharton Financial Institution Center*, Mayo.
- Berger, A. y L. Mester. (1997) "Inside the Black Box: What Explains Differences in the Efficiencies of Financial Institutions?", *The Wharton Financial Institution Center*, Abril.
- Bernal, O. y S. Herrera. (1983) "Producción, costos y economías de escala en el sistema bancario colombiano", *Ensayos Sobre Política Económica*, ESPE, Banco de la República, No. 3.
- Castro, C. (2001), "Eficiencia-X en el sector bancario colombiano", *Desarrollo y sociedad*, Universidad de los Andes, No. 48, Septiembre.

- Casu, B., C. Girardone y P. Molyneux (2004) "Productivity Change in European Banking: A comparison of parametric and non-parametric approaches," *Journal of Banking & Finance*, 28:2521-2540.
- Caves, R., L. Christensen y W.E. Diewert. (1982) "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity," *Econometrica*, 50:1393-1414.
- Cepeda, A., Sarmiento, M. y H. Mutis. (2010) "Eficiencia del Sector Bancario en Colombia 2000-2009: Una Medición a partir de Frontera Estocástica", *mimeo*, trabajo presentado en el XX Simposio Nacional de Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, Santa Marta, Agosto.
- Clavijo, S., Rojas, C. I., Salamanca, C., Montoya, G. y C. Rizo. (2006) "Mergers and Acquisitions in the Colombian Financial Sector: Impact on Efficiency (1990-2005)", Asociación Nacional de Instituciones Financieras, ANIF, Bogotá, Julio.
- Coelli, T.J., Prasada, D. y G. Battese. (1998) *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publisher, Boston.
- Claus, I., Jacobsen, V y B. Jera. (2004) "Financial systems and economic growth: An evaluation framework for policy", Wellington, New Zealand Treasury, Working Paper No 04/17.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., y J. Zhu. (2004) *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers.
- Charnes, A., W. W. Cooper, y E. Rhodes (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Chansarn. S. (2008) "The Relative Efficiency of Commercial Banks in Thailand: DEA Approach", *International Research Journal of Finance and Economics*, 18: p.53-68.
- Davis, K. (2007) "Banking Concentration, Financial Stability and Public Policy" *mimeo*, The University of Melbourne, presentado en *Reserve Bank of Australia Conference*, Agosto.
- Director, Melbourne Centre for Financial Studies
- Decanay S. J. (2007) "Malmquist index and technical efficiency of Philippine commercial banks in the post-asian financial crisis period", *Philippine Management Review* 2007, 14, 93-114.
- DeYoung, D., Evanoff, D. y P. Molyneux. (2009) "Mergers and Acquisitions of Financial Institutions: A Review of the Post-2000 Literature", *Journal of Financial Services Research*, Vol. 36, Issue 2-3, 87-110, Diciembre.
- Dolar, V. y C. Meh. 2002. "Financial Structure and Economic Growth: A Non-Technical Survey", Bank of Canada, Working Paper No. 2002-24.

- Estrada, D., y P. Osorio. (2004) "Efectos del capital financiero en la eficiencia del sistema bancario colombiano", *Ensayos Sobre Política Económica*, ESPE, Banco de la República, No. 47.
- Färe, R., S. Grosskopf, S. Norris. y Z. Zhang. (1994). "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Changes in Industrialized Countries", *American Economic Review*, No. 84, pp. 66-83.
- Färe, R., E. Grifell-Tatjé, S. Grosskopf y C.A.K. Lovell. (1997) "Biased technical change and the Malmquist productivity index," *Scandinavian Journal of Economics*, 99(1):119-127.
- Farrell, M.J. (1957) "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of Royal Statistical Society*, p. 253-281.
- Fiorentino E., Karmann A., y M. Koetter. (2006) "The cost efficiency of German banks: a comparison of SFA and DEA" *Discussion Paper Series 2: Banking and Financial Studies*, 10, Deutsche Bundesbank.
- Galán, J.E. y M. Sarmiento. (2008) "Banknote Printing at Modern Central Banking: Trends, Costs and Efficiency", *Money Affairs*, Journal of the Center for Latin-American Monetary Studies (CEMLA), Vol. XXI, No. 2, pp. 217-262, Mexico D.F.
- Herrera, S. y G. Pang. (2005) "How Efficient is Public Spending in Education?", *Revista Ensayos Sobre Política Económica*, ESPE, Banco de la República, No. 51, p. 136-201.
- Janna, M. (2003), "Eficiencia en costos, cambios en las condiciones generales del mercado y crisis en la banca colombiana: 1992-2002", *Borradores de Economía*, Banco de la República, No. 260.
- Jemric, I., y B. Vujcic. (2002) "Efficiency of Banks in Croatia: A DEA Approach", *Comparative Economic Studies*, 44, Issue 2-3, p. 169-193.
- Kumbhakar S., y C.A.K Lovell. (2000) *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press.
- León, C, Machado, C.L., Cepeda, F. y M. Sarmiento. (2012) "Systemic risk in large value payment systems in Colombia: a network topology and payments simulation approach, en *Diagnostics for the financial markets, computational studies of payment system*, M. Hellqvist and T. Laine (editores), Bank of Finland, E:45, 2012, p. 267-313.
- Resti, A. (1997) "Evaluating the Cost Efficiency of the Italian Banking System: What can be learned from the Joint Application of Parametric and Nonparametric Techniques", *Journal of Banking & Finance*, 21, 221-250.
- Sarmiento, M. (2006) "¿Cómo medir la eficiencia del sector público? Lecciones para Colombia a partir de los recientes enfoques de frontera eficiente", *mimeo*,

documento presentado en el Seminario Técnico del Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, octubre 19 de 2006.

- Seiford, L.M. y R.M. Thrall. (1990) "Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis", *Journal of Econometrics*, No. 46, pp. 7-38.
- Stauba, R. Da Silva, G. y B. Tabak (2010) "Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach", *European Journal of Operational Research*, Vol. 202 (1),p. 204-213.
- Suescún, R. (1987), "Nueva Evidencia Sobre Economías de Escala en la Banca Colombiana", *Ensayos Sobre Política Económica*, ESPE, Banco de la República, No. 12.
- Suescún, R. y M. Misas (1996), "Cambio tecnológico, ineficiencia de escala e ineficiencia-X en la banca colombiana", *Borradores de Economía*, Banco de la República, No. 59.
- Turati, G. (2003) "Cost Efficiency and Profitability in European Commercial Banking: Implications For Antitrust Analysis", PhD Dissertation, Università di Torino, Junio.
- Weill, L. (2004) "Measuring Cost Efficiency in European Banking: A Comparison of Frontier Techniques", *Journal of Productivity Analysis*, 21, 133-152.
- Wheelock, D.C., y P.W. Wilson (1999) "Technical progress, inefficiency and productivity change in U.S. banking, 1984-1993," *Journal of Money, Credit and Banking*, (31), 213-234.
- Wheelock, D. y P. Wilson. (2003) "Robust Non-parametric Estimation of Efficiency and Technical Change in U.S. Commercial Banking", Federal Reserve Bank of St. Louis, Working Paper, November.
- Wilcoxon, F. (1945) "Individual Comparisons by Ranking Methods", *Biometrics*, (1), 80-83.

Anexo 1.

Tabla A1. Frecuencia de referentes para el modelo orientado a producto, aproximación global.

Entidad	Periodo	Número de veces referente	Número de veces referente a otras entidades
ENT 7	2007-3	302	270
ENT 1	2009-3	261	260
ENT 22	2003-3	241	230
ENT 11	2003-2	239	216
ENT 14	2009-4	217	188
ENT 1	2009-4	190	180
ENT 11	2002-2	171	157
ENT 13	2005-1	150	141
ENT 11	2002-1	117	102
ENT 22	2001-3	97	95
ENT 10	2009-3	93	70
ENT 23	2002-4	73	55
ENT 19	2005-3	64	28
ENT 22	2001-2	56	46
ENT 1	2008-1	41	30
ENT 1	2008-2	40	32
ENT 1	2009-1	36	34
ENT 1	2009-1	36	34

Fuente: Cálculos de los autores

Anexo 2.

Tabla A2. Comparación entre los resultados de eficiencia técnica BCC y en costos por entidades promedio 2000-2009

Entidad	Eficiencia técnica BCC	Eficiencia en Costos
ENT 1	76.62%	71.40%
ENT 2	81.97%	81.41%
ENT 3	69.04%	32.24%
ENT 4	61.37%	42.07%
ENT 5	63.61%	40.74%
ENT 6	70.19%	50.89%
ENT 7	89.50%	73.23%
ENT 8	61.70%	37.40%
ENT 9	76.06%	58.83%
ENT 10	86.92%	72.13%
ENT 11	89.43%	76.56%
ENT 12	87.25%	77.93%
ENT 13	86.10%	63.09%
ENT 14	88.54%	70.48%
ENT 15	72.76%	57.38%
ENT 16	61.80%	34.79%
ENT 17	78.49%	57.85%
ENT 18	76.90%	61.68%
ENT 19	79.55%	78.83%
ENT 20	86.16%	68.97%
ENT 21	76.40%	61.02%
ENT 22	96.87%	93.05%
ENT 23	94.87%	72.54%

Fuente: Cálculos de los autores

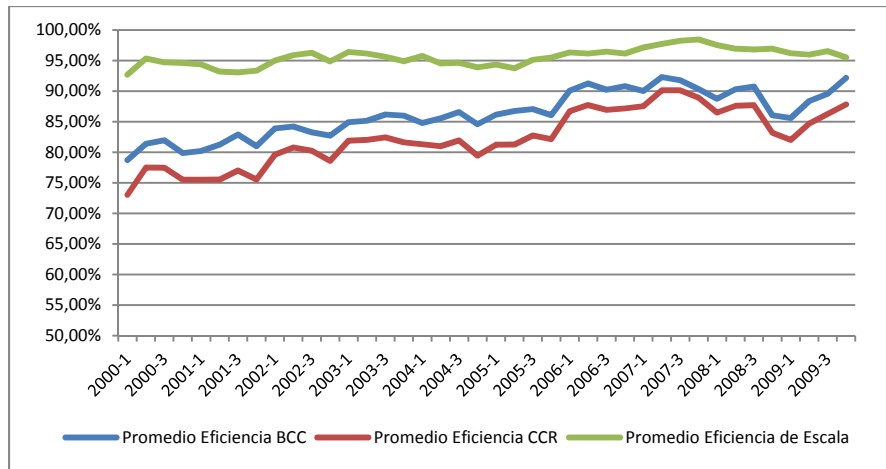
Anexo 3.

Tabla A3: Ilustración del análisis de eficiencia por ventanas de tiempo.

2000				2001				2002				...	2007				2008				2009							
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	...	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
1	1	1	1	1	1	1	1					...																
	2	2	2	2	2	2	2	2	2															
		3	3	3	3	3	3	3	3															
			4	4	4	4	4	4	4	4													
				5	5	5	5	5	5	5	5									
													
						29	29	29	29	29	29	29	29								
								30	30	30	30	30	30	30	30	30						
										31	31	31	31	31	31	31	31	31	31				
												32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32		
															33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33

Fuente: Cálculos de los autores

Gráfica A1. Eficiencia técnica y de escala para el modelo orientado a productos (aproximación por ventanas de tiempo).



Fuente: Cálculos de los autores

Anexo 4.

Tabla A4. Fusiones y adquisiciones (F&A) de entidades bancarias en Colombia (2000-2009)

F & A	Entidad absorbente	Entidad adquirida o fusionada	Año	Mes	Trimestre
1	Banagrario	Banestado	2000	Junio	2
2	Bancolombia	Mercantil	2000	Noviembre	4
3	BBVA	Corfigan	2000	Noviembre	4
4	Occidente	Corfinorte	2000	Noviembre	4
5	Davivienda	Delta Bolívar	2000	Septiembre	3
6	Bogotá	Bank of América	2001	Agosto	3
7	GNB Sudameris	Leasing Sudameris	2001	Diciembre	4
8	Bancolombia	Cofinorte	2001	Noviembre	4
9	BBVA	Corfinorte	2001	Noviembre	4
10	Davivienda	Corfinorte	2001	Noviembre	4
11	Colpatria	Credinver	2001	Octubre	4
12	Occidente	Depósito de Occidente	2002	Noviembre	4
13	Occidente *	Banco Aliadas	2005	Febrero	1
14	BCSC *	Banco Colmena	2005	Junio	2
15	Bancolombia *	Conavi y Corfinsura	2005	Julio	3
16	BBVA *	Granahorrar	2006	Abril	2
17	Davivienda *	Bansuperior	2006	Abril	2
18	Bogotá	Corficolombiana	2006	Junio	2
19	Occidente *	Banco Unión Colombiano	2006	Junio	2
20	Bogotá *	Megabanco	2006	Octubre	4
21	Davivienda	Granbanco	2007	Septiembre	3

* Corresponde a Fusiones y Adquisiciones (F&A) que se realizan entre entidades bancarias y para las cuales se tienen resultados del índice de eficiencia técnica 12 trimestres antes y después de la fusión. Este grupo de 7 F&A fue evaluado con el test no-paramétrico de Wilcoxon.

Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República