

La Eficiencia como medida de desempeño de las cooperativas agrícolas colombianas

Efficiency as a performance measure for Colombian agricultural cooperatives

A eficiência como medida de desempenho das cooperativas agrícolas colombianas

Luis Carlos Acosta-Hemthrot,¹ Zuray Melgarejo² & Heller Sánchez-Acevedo³

Autores

¹ Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. E-mail: lcacosta@unal.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. E-mail: zamelgarejomo@unal.edu.co

³ Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia E-mail: hgsanche@uis.edu.co

Corresponding author:

Luis Carlos Acosta-Hemthrot, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. E-mail: lcacosta@unal.edu.co

Copyright: © 2021 Revista Dimensión Empresarial / Vol. 19 No. 4 (2021) / e-ISSN: 2322-956X

Tipo de artículo: Artículo de investigación / **Recibido** 28/06/2021 **Aceptado** 30/11/2021

JEL Classification:

Cómo citar:

Acosta-Hemthrot, L., Melgarejo, Z. & Sánchez-Acevedo, H. (2021). La Eficiencia como medida de desempeño de las cooperativas agrícolas colombianas. *Revista Dimensión Empresarial*, 19(4), 87-109 DOI: 10.15665/dem.v19i4.2765

Resumen

Las cooperativas de trabajo asociado, que pertenecen al sector agrícola colombiano, aportan significativamente en la economía solidaria, generando empleo y crecimiento del PIB. Sin embargo, su desempeño es poco estudiado. El objetivo de este trabajo es analizar cuáles son los factores determinantes de eficiencia de estas organizaciones durante el período 2003-2015. La metodología utilizada es la técnica no paramétrica DEA en dos etapas. Los resultados indican eficiencia técnica del 21% en promedio, con una tendencia de crecimiento anual del número de organizaciones eficientes. Finalmente, la gestión de los administradores y el incremento de asociados se consideran factores determinantes de eficiencia.

Palabras clave: eficiencia, cooperativa agrícola, economía agraria, análisis envolvente de datos, y determinantes de la gestión.

Abstract

Associated work cooperatives, which belong to the Colombian agricultural sector, contribute significantly to the solidarity-based economy, by generating employment and GDP growth. However, their performance is little studied. The objective of this paper is to analyze which the determinants of efficiency of these organizations are during the 2003-2015 period. The methodology used is the non-parametric two-stage Data Envelopment Analysis (DEA) technique. The results indicate technical efficiency of 21% on average, with an annual growth trend in the number of efficient organizations. Finally, the management of the administrators and the increase in the number of associates are considered determinants of efficiency.

Keyword: Efficiency, Agricultural Cooperative, Agricultural Economics, Data Envelopment Analysis, and Management Determinants.

Resumo

As cooperativas de trabalhadores, que pertencem ao sector agrícola colombiano, contribuem significativamente para a economia solidária, gerando emprego e crescimento do PIB. No entanto, o seu desempenho é pouco estudado. O objetivo do presente documento é analisar os determinantes da eficiência destas organizações durante o período 2003 - 2015. A metodologia utilizada é a técnica não paramétrica DEA em duas

fases. Os resultados indicam uma eficiência técnica de 21% em média, com uma tendência de crescimento anual do número de organizações eficientes. Finalmente, a gestão dos administradores e o aumento dos associados são considerados como determinantes da eficiência.

Palavras chave: eficiência, cooperativa agrícola, economia agraria, análise envoltória de dados, determinantes de gestão.

1. Introducción

Este trabajo tiene por objetivo realizar un análisis de los factores determinantes de eficiencia técnica, a través de la metodología no paramétrica, Análisis Envoltente de Datos (DEA, por su sigla en inglés) en dos etapas, de las Cooperativas de Trabajo Asociado (CTA) colombianas, pertenecientes al sector agrícola, durante el periodo de 2003 a 2015.

Las organizaciones son generalmente el foco de estudio en todas las economías del mundo (González-Miranda, 2014), pero de acuerdo con características como el tipo de organización, el tamaño o el sector al que pertenecen se pueden clasificar, agrupar y comparar. En 1980 el rendimiento y la efectividad eran criterios utilizados para estudiar las organizaciones, mientras que la productividad y la eficiencia eran poco estudiados (Queiruga, Salazar & Vargas, 2015), (Chikoto-Schultz & Neely, 2016). Sin embargo, en la última década la eficiencia también ha tomado una gran relevancia para comprender mejor el desempeño

de las organizaciones como las cooperativas (Labrador & Rivera, 2016), en las que los ratios financieros tradicionales no revelan el auténtico accionar de su labor (Melgarejo, Arcelus, & Simon-Elorz, 2011).

Valorar la eficiencia técnica en las cooperativas que desarrollan su actividad en el sector agrícola colombiano, cuyas características no son lucrativas y la propiedad de capital es colectiva, se convierte en un reto de investigación dados los pocos antecedentes hallados en la literatura (Solana, Ibáñez & Benito, 2017), especialmente en la de Colombia (Castaño, Gallejo, Quintero & Vergara, 2016; Acosta, Melgarejo & Sánchez-Acevedo, 2020). Adicionalmente, cuando las cooperativas son evaluadas sin la profundidad necesaria, no es posible determinar la relación entre los resultados y las variables que intervienen (Loaiza & Franco, 2012). Surge entonces la necesidad de conocer la eficiencia en las CTA del sector agrícola colombiano y los factores que la determinan.

Desde su origen en 1947, con los primeros seis registros de CTA formales (Uribe, 1994) que se dedicaban a realizar actividades campesinas y de mantenimiento de carreteras, las CTA han evolucionado siendo el sector agrícola en el que más se agrupan (Farné, 2008). De hecho, en algunas regiones de Colombia como Valle, Santander, Antioquia y en la región de la Orinoquía, se concentran las CTA que realizan actividades relacionadas con la agricultura (Dávila, 2004) dada la riqueza natural y geográfica de estas zonas del país (Clavijo, 2016).

La elección de las cooperativas del sector agrícola se basa en el papel estratégico que juegan en la economía colombiana (Cárdenas & Vallejo, 2016). De hecho, en los últimos años, a pesar de los ciclos del sector, se ha registrado una progresión en el PIB del sector agrícola colombiano con una tasa de crecimiento promedio del 2,6% (Chaves, 2017). Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el primer trimestre del año 2020, el PIB del sector agrícola es una de las actividades económicas que más contribuye a la dinámica del valor agregado, creciendo en un 6,8% (DANE, 2020).

La revisión de la literatura arrojó como resultado escasez de estudios empíricos que analizan la eficiencia en las cooperativas del sector agrícola (Latruffe, Davidova & Balcombe, 2008), (Bojnec & Latruffe, 2009), (Freitas, Pinheiro, Lopes & Arruda, 2013), (Guesmi & Serra, 2015). Los aportes son diversos y relevantes, particular-

mente en el sector agrícola se destaca la contribución de Latruffe, Davidova y Balcombe (2008) al proporcionar una de las primeras aplicaciones del procedimiento de *double bootstrap* (Simar & Wilson, 2007) en una estimación en dos etapas. Adicionalmente, las estimaciones indicaron que los agricultores todavía carecen de la experiencia gerencial necesaria para la inversión racional y las decisiones laborales (Cañero, Calatrava-Requena & Pérez, 1997). La aplicación del modelo DEA para el sector agrícola es abundante (Liu, Lu, Lu & Lin, 2013), sin embargo, la lista se reduce si es aplicado a cooperativas en ese sector y finalmente es limitada cuando se aplica el modelo DEA en dos etapas (Chen, Cook, Li & Zhu, 2009).

En Colombia, los estudios existentes sobre el análisis de la eficiencia en cooperativas del sector agrícola son insuficientes. Adicionalmente, los estudios que se han realizado para determinar la eficiencia técnica no consideran un horizonte de tiempo amplio para su análisis y conocimiento de la tendencia que han manejado (Pineda, Cervera & Oviedo, 2017). Por último, cuando se evalúa la eficiencia no se profundiza en conocer los factores que pueden intervenir en el desempeño o la determinación de la eficiencia, incluso en el fracaso (Masa, Iturrioz & Martín, 2016). La unión de estas tres condiciones principales más el papel que desempeñan las cooperativas del sector agrícola en Colombia, se convierten en la razón principal para el desarrollo de este estudio.

Con este trabajo se espera contribuir desde lo académico, porque permite avanzar en el conocimiento de los factores determinantes de la eficiencia de las CTA del sector agrícola; y desde lo gubernamental, en la formulación de políticas, planes y programas que contribuyan a alcanzar la eficiencia en las organizaciones de economía solidaria.

Este trabajo se organiza de la siguiente manera. En la sección 2, se presenta el marco teórico. En la sección 3, se describe la metodología utilizada. En la sección 4, se examinan los resultados empíricos obtenidos. Por último, se presentan las principales conclusiones obtenidas, las implicaciones del modelo y los resultados alcanzados, como también las recomendaciones para ahondar en la investigación.

2. Marco teórico

En las cooperativas los indicadores económicos tradicionales son difíciles de interpretar (Melgarejo, Arcelus & Simon-Elorz, 2011), en gran medida porque la construcción de algunos indicadores mide la rentabilidad financiera y las cooperativas definitivamente no transmiten los beneficios a sus asociados principalmente como resultado de los excedentes, sino de diferentes formas. Por ejemplo, los transmiten vía precios (Kyriakopoulos, Meulenbergh & Nilsson, 2004). En este orden de ideas, la eficiencia resulta ser una buena alternativa para ponderar la gestión y medir el rendimiento por medio de una técnica ampliamente utilizada,

también en este tipo de organizaciones (Guzmán, Arcas & García, 2006), como el DEA (Halme, Joro, Korhonen, Salo & Wallenius, 1999).

La eficiencia como indicador de gestión en las cooperativas ha sido ampliamente utilizada desde hace más de veinticinco años. Autores como Defourney, Estrin y Jones (1985), Parliament, Lerman y Fulton (1990) y Ferrier y Porter (1991), adoptaron de forma empírica indicadores de eficiencia creados a partir de la relación que existía entre las entradas y salidas de productos. Más adelante autores como Hind (1994), Sabaté, Sabi y Saladríguez (2000), Barton, Schroeder y Featherstone (1993) también involucraron conceptos como rentabilidad y productividad.

Pero el estudio de la eficiencia también es aplicado en diversos sectores. De hecho, en el sector público también se ha buscado constantemente cómo modernizar algunos de sus sistemas incrementando la eficiencia (Goñi, 1998). Igualmente se ha buscado analizar la eficiencia de la parte más representativa de una industria determinada para entender por ejemplo el sector manufacturero en la economía (Coll & Blasco, 2007). Así mismo, con la eficiencia se ha planteado la evaluación de organizaciones dedicadas a la prestación de servicios como lo son las entidades sin ánimo de lucro y cómo, a partir de los resultados obtenidos, se puede gestionar adecuadamente este tipo de entidades (Fuentelsaz, Marcuello & Urbina, 1998).

Es así como la eficiencia ha tomado una importante relevancia en el estudio de organizaciones de todo tipo y sin perder vigencia se mantiene presente en investigaciones recientes como las de Ribeiro, Arns, Trojan, Samways y de Lara (2017); Campoverde, Romero y Borenstein (2019); Rout, Swain y Dash (2019); Skevas y Grashuis (2019) y Acosta, Melgarejo y Sánchez-Acevedo (2020).

Los estudios que se han enfocado en analizar la eficiencia técnica en cooperativas encuentran que las ineficiencias en este tipo de organizaciones se deben principalmente al alto nivel de gastos operacionales y al dinero perdido en fondos irre recuperables. Por lo tanto, la eficiencia técnica se logra tras planes de mejora para la reducción de costos operacionales y mejores garantías crediticias, que disminuyen el riesgo en la recuperación de fondos (Campoverde, Romero & Borenstein, 2019; Benyoussef & Hemrit, 2019) o que mantengan el equilibrio entre el flujo de entrada y salida de fondos (Rout, Swain & Dash, 2019).

Otro de los factores que afecta los niveles de eficiencia en las cooperativas es el tamaño. Las cooperativas más pequeñas son más ineficientes (Xaba, Marwa & Mathur-Helm, 2019; Sousa, Kimura, Medeiros & Peng, 2018). No obstante, Skevas y Grashuis (2019) evidencian que las cooperativas de comercialización de cereales más antiguas, con fuerte liquidez y cierto grado de diferenciación tienen una eficiencia técnica relativamente alta, mientras que las

cooperativas más grandes, en términos de tamaño de los socios, tienen una eficiencia técnica más baja.

3. Metodología

El modelo DEA ha tenido un amplio reconocimiento como herramienta para el análisis de la eficiencia en diversos sectores (Liu, Lu, Lu & Lin, 2013). En la tabla 1 se describen algunos de los casos que han empleado esta metodología.

En esta sección, adicionalmente, se presenta una discusión sobre la elección de los *inputs* y *outputs*. Luego continúa con una descripción de la metodología DEA en dos etapas, utilizada en el presente trabajo para la evaluación de las eficiencias.

La tabla 2 recopila y define las variables utilizadas en el análisis de la eficiencia en este trabajo.

Tabla 1. Aplicación Modelo DEA en actividades de diferentes sectores

País / Año	Título	Autores
España / 2017	Eficiencia técnica en las cooperativas de crédito españolas: una aproximación al impacto de la crisis	Martínez-Campillo, Fernández-Santos y Sierra-Fernández
Turquía / 2017	Evaluation of firms of agriculture and food sectors Quoted at Borsa Istanbul (bist) by DEA-based malmquist total factor productivity index	Öztop y Uçak
España / 2016	Uso y eficiencia de la social media. Un análisis desde la economía	Fernández, Mozas, Bernal y Medina
Colombia / 2020	Análisis no paramétrico de eficiencia en cooperativas del sector agrícola	Acosta, Melgarejo y Sánchez-Acevedo
Colombia / 2017	Indicadores de eficiencia relativa del proceso de gestión de crédito en un banco colombiano, mediante análisis envolvente de datos (DEA)	Sánchez-Gooding y Rodríguez-Lozano
China / 2013	The Efficiency of Agricultural Marketing Cooperatives in China's Zhejiang Province	Huang, Fu, Liang, Song y Xu
Brasil / 2011	Fatores associados à eficiência técnica e de escala das cooperativas agropecuárias paranaenses	Rodrigues, Braga y Marques

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Explicación y estadísticos descriptivos de los *inputs* y *outputs*

Variable	Definición	Media	Mín.	Máx.
<i>Input</i>				
#Asoc	Número de asociados	84	1	4424
#Empl	Número de empleados	11	1	1407
\$GAdm	Gastos de administración	419,2	0,1	9053,5
\$CSoc	Capital social	73,8	0,5	3224,2
\$IOpe	Ingresos operacionales	1629,4	0,1	190.513,1
<i>Output</i>				
\$ExcO	Excedentes operacionales	711,0	-159,2	15.497,8

Nota: \$ denota valores expresados en millones de pesos

Fuente: elaboración propia

3.1 Inputs y outputs

Para seleccionar las variables y el tratamiento posterior de datos se consideraron los principales problemas expuestos por Hatami-Marbini, Emrouznejad, y Tavana (2011) y utilizados por Franco (2019). En total se tomaron seis variables tanto numéricas como financieras. Las variables financieras fueron deflactadas

utilizando el índice de precios del productor para el sector de agricultura, ganadería y pesca con base a diciembre del 2014. La elección de la matriz de variables se realizó considerando la estrecha relación con el propósito fundamental para el que fueron creadas las cooperativas, según la Ley 79 de 1988 y Ley 454 de 1998 (Melgarejo-Molina, Vera-Colina & Mora-Riapiara, 2012).

La elección de los *outputs* e *inputs* se deriva de la literatura sobre el tema (Guesmi y Serra, 2015). Solo hay un *output*, los excedentes operacionales (\$ExcO), que representa el resultado financiero de la CTA generado por las actividades principales que desarrolla. A diferencia de las empresas comerciales, este resultado facilita la planificación en las actividades que desarrolla la organización, posibilita el control y gestión y permite calcular la proyección de los resultados bajo el supuesto de que el nivel de ingresos es suficiente para cubrir los gastos.

Hay cinco *inputs*. Uno, es el número de asociados (#Asoc), medido por el número de personas que permanecen asociadas y se encuentren debidamente inscritas en el registro social. El segundo *input* es el número de trabajadores (#Empl), el cual permite determinar el grado de dependencia de la industria del factor trabajo, así como su contribución real a la producción (Rodríguez, 2012). El tercer *input* son los gastos de administración (\$GAdm), se puede considerar un *input* básico para el desarrollo de los diferentes proyectos de cualquier organización (Solana, Ibáñez & Benito, 2017). El cuarto *input* es el capital social (\$CSoc), cuyo fin consiste en preservar las aportaciones de los asociados y obtener una rentabilidad adicional mediante dividendos (Solana, Ibáñez & Benito, 2017). El quinto *input* son los ingresos operacionales (\$IOpe), como determinantes del número de servicios que se pueden prestar (Martínez & Guzmán, 2014).

3.2 El modelo de dos etapas

A continuación, se presenta una breve descripción del fundamento matemático de eficiencia, planteado inicialmente por Farrell (1957), posteriormente convertido por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) en la base de lo que hoy se conoce como DEA, mejorado (Banker, Charnes & Cooper, 1989) y finalmente diseñado en dos etapas para ajustar las operaciones que simplifican los índices de eficiencia (Chen, Cook, Li & Zhu, 2009; Avkiran & Rowlands, 2008). “La principal ventaja de un modelo en dos etapas es la sencillez, ya que permite utilizar como variable dependiente los índices de eficiencia obtenidos en la primera etapa” (Melgarejo, Arcelus, & Simon-Elorz, 2011, p. 577) y luego obtener los factores determinantes de eficiencia en la segunda etapa utilizando la regresión de los puntajes de eficiencia en un conjunto de variables explicativas (Latruffe, Davidova & Balcombe, 2007).

En la primera etapa, la metodología DEA considera alternativas de programación lineal para construir una frontera eficiente asumiendo rendimientos a escala constantes, modelo CCR, (Farrell, 1957) determinado por una orientación a los *inputs* (CCR-I) lo que significa identificar la mayor reducción radial de los consumos de *inputs* para obtener un nivel adecuado de *outputs*, o fijar una orientación a los *outputs* (CCR-O) que determina la máxima expansión radial de *outputs* a partir de un determinado nivel asumido de consumo de *inputs* (Cooper, Seiford & Tone, 2006; Martínez & Guzmán, 2014).

La eficiencia técnica bajo el modelo de CCR-I, se resuelve matemáticamente considerando:

$$ET_{CCR} = \text{Min. } \phi_z$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S^0 = \theta_z X_{iz} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{rj} - S^l = Y_{rz} \quad r = 1, \dots, p$$

$$\theta_z \geq 0; \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

Para minimizar la alteración asociada a la medición de la eficiencia en unidades de decisión (*decision making units* – *DMU*) sesgadas por ineficiencias de escala y dado que el anterior modelo únicamente considera rendimientos a escala constantes, Banker, Charnes y Cooper (1989) propusieron otro modelo denominado BCC considerando rendimientos a escala variables y la siguiente restricción adicional:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

El valor de ϕ_z puede adquirir un valor entre 0 y 1, pero se considera eficiente solamente si la *DMU* es igual a 1, de lo contrario se considera ineficiente.

Después de conocer el nivel de eficiencia determinado para cada año en las CTA, se comienza a plantear el problema de cómo mejorar dicho nivel, proponien-

do unas hipótesis de partida a contrastar. Para ello, se aplica el modelo de dos etapas de Simar y Wilson (2007). Este enfoque consiste en investigar la relación entre los índices de eficiencia y las diferentes variables de optimización (tabla 3) utilizadas en su obtención (Singh, Dey, Rabbani, Sudhakaran & Thapa, 2009), el modelo realiza una breve descripción de sus atributos y el soporte conceptual hallado en la literatura existente.

Para conocer los factores determinantes de eficiencia técnica, en la segunda etapa se consideró la metodología de Simar y Wilson (2007) y Chen, Cook, Li y Zhu (2009), explicada de forma resumida como se expone en los párrafos siguientes.

El modelo de una etapa consideraba inicialmente *DMUj* ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) en donde cada *DMU* tenía *M inputs* y *D outputs*. Los *outputs* *D* en la primera etapa se convierten en los *inputs* de la segunda etapa y se conocen como medidas intermedias. Para la segunda etapa, los resultados serán Y_{rj} , ($r = 1, 2, 3, \dots, s$), basado en el modelo CRS de Charnes, Cooper y Rhodes (1978). Así las cosas, el modelo en dos etapas se puede definir como:

$$w_1 \cdot \frac{\sum_{d=1}^D n_d z_{dj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} + w_2 \cdot \frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj_0}}{\sum_{d=1}^D n_d z_{dj_0}}$$

en donde w_1 y w_2 son pesos predefinidos tales que $w_1 + w_2 = 1$. Estos pesos no son variables de optimización, si no más bien son funciones de las variables de optimización. Por lo tanto, para resolver el problema derivado de los índi-

Tabla 3. Factores de los determinantes

Nombre	Descripción
GAdmon	Gestión de los administradores en la asignación de los recursos en las cooperativas del sector agrícola en Colombia genera resultados eficientes. Gestión Eficiente = 1 Gestión ineficiente = 0
InAsoc	El incremento en el número de asociados a una cooperativa es directamente proporcional a la eficiencia de la cooperativa El número de asociados incide en la eficiencia = 1 El número de asociados NO incide en la eficiencia = 0
TCoop	El tamaño de una cooperativa que desarrolla actividades agrícolas tiene relación directa con la eficiencia técnica de la cooperativa. El tamaño de la cooperativa incide en la eficiencia = 1 El tamaño de la cooperativa NO incide en la eficiencia = 0
Manef	Las cooperativas que son eficientes mantienen el nivel de eficiencia en los períodos siguientes. Mantiene el nivel de eficiencia = 1 NO mantiene el nivel de eficiencia = 0

Fuente: elaboración propia considerando trabajos de Lechuga (2003), Zabala (2016), De Moura, Chadad, y Furquim (2013), Zheng, Wang, y Awokuse (2012), Masa, Iturrioz, y Martín (2016).

ces de eficiencia en un proceso lógico se formularía de la siguiente forma:

$$\max \left[w_1 \cdot \frac{\sum_{d=1}^D n_d z_{dj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} + w_2 \cdot \frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj_0}}{\sum_{d=1}^D n_d z_{dj_0}} \right]$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{d=1}^D n_d z_{dj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj_0}}{\sum_{d=1}^D n_d z_{dj_0}} \leq 1$$

$$n_d, u_r, v_i > 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

El modelo DEA en una y dos etapas, al tratarse de un modelo matemático para determinar una estimación de eficiencia aplicable en diferentes tipos de organizaciones puede ser utilizado de forma correcta si, adicionalmente, se conservan

los criterios básicos en su formulación. Se sugiere consultar los siguientes autores para profundizar en la metodología: Simar y Wilson (2007), Chen, Cook, Li y Zhu (2009), y Charnes, Cooper y Rhodes (1978).

Sin embargo, resulta relevante señalar que para implementar el modelo DEA se deben tener en cuenta algunas limitaciones (Hatami-Marbini, Emrouznejad & Tavana, 2011; de Amores, 2006). Othman, Foo, Karim y Aziz (2010) consideran que el modelo DEA no necesariamente es una herramienta que pronostica el desempeño global de la organización a partir de la muestra, a lo que se suma que se trata de una técnica muy detallada en la que cualquier error puede generar consecuencias negativas en el resultado. Por otro lado, Schuschny (2007) resalta dentro de otras limitaciones que “como

es una técnica no paramétrica se dificulta la formulación de test de hipótesis estadísticos”(p. 46).

El factor determinante GAdmon es sin duda un factor estratégico que se debe tener en cuenta en la gestión de este tipo de organizaciones. Lechuga (2003) va más allá al sostener que los directivos pueden generar el éxito o fracaso de las empresas y no existen buenas o malas organizaciones sino buenos o malos directivos, dado que sobre ellos recae la responsabilidad de sus decisiones erróneas, pero las implicaciones y consecuencias las sufre la organización. Uno de los graves problemas que han tenido las cooperativas está en las consecuencias por la mala gestión de sus directivos y la mayoría ha desaparecido por fraudes, deshonestidad, entre otros factores, lo que refleja pocas capacidades administrativas (Zabala, 2016).

En este trabajo se considera a los administradores como la persona que con sus decisiones pueden beneficiar o por el contrario perjudicar la gestión de las cooperativas modificando directamente variables como número de empleados (#Empl), gastos de administración (\$GAdm), ingresos operacionales (\$IOpe). Un estudio realizado por De Moura, Chaddad, y Furquim (2013) sugiere que los asociados, como controlantes, gestionan acertadamente las cooperativas y por esta razón los índices de gobernanza corporativa aún son bajos, frente a organizaciones que ceden el control a un administrador externo.

Los factores InAsoc, TCoop y Manef representan una síntesis pertinente en varias direcciones para conocer si se constituyen como factores determinantes o no de los resultados de eficiencia. En ese sentido, se consideró el incremento en el número de asociados como posible factor determinante, ya que en el trabajo de Zheng, Wang y Awokuse (2012) el resultado fue asociado exitosamente con esta variable. Una investigación realizada por Masa, Iturrioz y Martín (2016) recoge los aportes de investigaciones previas que abordan el tamaño de la organización con resultados contradictorios, pues hay autores que sostienen la relación inversa del tamaño y la probabilidad de fracaso de las cooperativas (mayor tamaño, menor riesgo) y también quienes afirman que no existe una relación directa, creciente o decreciente, entre la eficiencia y la dimensión de la organización.

4. Resultados empíricos

Esta sección suministra una corta descripción de la base de datos e indaga sobre la evidencia empírica obtenida a partir del uso del modelo de eficiencia en dos etapas.

4.1 La base de datos

La evidencia empírica se basa en un panel de datos no balanceado que comprende el período de 2003 a 2015 de CTA que operaron en el sector agrícola de la economía colombiana. No se incluyeron años posteriores dado que la Superintendencia de Economía Solidaria cambió

la estructura de solicitud de información con la nueva reglamentación de normas internacionales a partir del 2016.

Los datos utilizados proceden de la Supersolidaria (<http://www.supersolidaria.gov.co>). El total de CTA que forman la muestra se presenta en la tabla 4. De estas, se eliminaron aquellas CTA que incumplían al menos una de las siguientes características: (i) escasez de los datos importantes en los *inputs u outputs*; (ii) exclusión de organizaciones insolventes, esto es, que

reportan fondos propios negativos; (iii) se consideraron valores atípicos, aquellas empresas con observaciones por encima de dos desviaciones estándar lejos de la media (Amón, I., 2010).

Además, la construcción de un panel de datos homogéneo en términos de sector económico permite mejorar el alcance del estudio del sector y comprender su realidad, evitando efectos no relacionados directamente con el sector.

Tabla 4. Número de CTA agrícolas analizadas

Año	Total CTA en Colombia	CTA analizadas	Porcentaje (%)
2003	1590	208	13
2004	2036	253	12
2005	2293	309	13
2006	2509	321	13
2007	2456	333	14
2008	2293	325	15
2009	2224	328	14
2010	2025	304	15
2011	1414	227	16
2012	834	119	14
2013	617	65	11
2014	572	31	5
2015	467	30	6

Fuente: elaboración propia

Por último, es necesario considerar el importante peso que las empresas de menor tamaño tienen en el sector agrícola colombiano. Por ello, se ha optado por incluir empresas de todos los tamaños, sin sesgar la base de datos hacia las empresas de mayor tamaño. Esta consideración supone una importante aportación del trabajo en términos de interpretación y extensión de los resultados, ya

que las empresas de menor tamaño suponen más del 90% del total del sector, por lo que no es posible comprender la dinámica del sector sin incluir este tamaño empresarial.

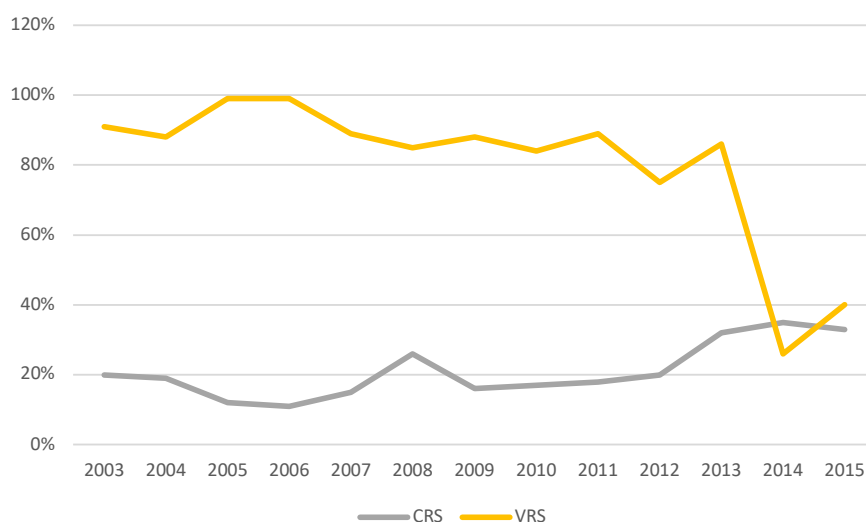
4.1 Análisis de la eficiencia

La aplicación de la metodología DEA se efectuó mediante la utilización del *software Efficiency Measurement System*,

EMS, Versión 1.3. Primero, se definieron las DMUs tomando los números de identificación tributaria, NIT, correspondientes a las CTA del sector agrícola. Para todos los trece años, los datos se procesaron considerando dos posibilidades, rendi-

mientos a escala variables con fundamento en el modelo BBC y rendimientos a escala constantes, modelo CCR. Los resultados alcanzados en la primera parte y dada la extensión de estos, se presentan de forma resumida en la figura 1.

Figura 1. Porcentaje de CTA eficientes por año con orientación CRS y VRS.



Fuente: elaboración propia

Inicialmente se determinó el número de CTA eficientes por año, considerando orientación a los *inputs*, CRS, y orientación a los *outputs* VRS. A continuación, se presenta una breve contextualización primero bajo orientación CRS es decir maximizando las variables *inputs* y manteniendo constante las variables *outputs* y posteriormente la orientación VRS considerando lo opuesto (Máx. de *outputs* con *inputs* constantes).

Como se evidencia en la figura 1, la diferencia en la orientación es significativa dado que, si se considera orientación a los *inputs* CRS el número de CTA eficientes en promedio simple es del 21% mien-

tras que con orientación VRS en promedio el 80% de las CTA era eficiente, lo que además permite decir que, manteniendo constante el #Asoc, #Empl, \$GAdm, etcétera y optimizando los resultados (\$ExcO) permite más CTA eficientes.

Revisando la tendencia del modelo con orientación CRS se incrementa gradualmente por cada año, a pesar de que el número de DMUs decrece drásticamente (en 2003 había 208 DMUs y en 2015 solamente 30). En otras palabras, el número de CTA disminuyó durante los trece años, pero durante cada año mejoró levemente el número de CTA eficientes y para reflejar estos resultados debió

optimizar de alguna forma la incidencia sobre el número de asociados o el número de empleados o por ejemplo también ajustando sus gastos y mejorando sus ingresos.

Al revisar la tendencia con orientación *VRS*, el resultado cambia considerablemente y se observa una relación directamente proporcional, ya que en la medida que disminuye el número de *DMUs*, la tendencia de CTA eficientes también disminuye.

La segunda parte del análisis se enfoca en conocer los factores determinantes de eficiencia y validar si son constantes durante el período de estudio. Para ello, a partir de los índices de eficiencia obtenidos en la etapa uno, estos índices fueron considerados en el nuevo modelo para ser aplicados a las variables de optimización. El resultado de optimizar estas cuatro variables (ver tabla 3) sirve para contrastar los resultados con investigaciones similares aplicadas a organizaciones iguales o que también consideraron un modelo en dos etapas después de conocer la eficiencia técnica y que adicionalmente se desempeñan en actividades del sector agrícola. En la tabla 5 se presenta el resultado obtenido para cada variable.

GAdmon: la gestión de los administradores en la asignación de los recursos muestra que el índice permanece positivo hasta 2012 y desde el año siguiente esta variable deja de ser un factor determinante. Este resultado se encuentra en la misma línea del trabajo de Latruffe, Da-

vidova y Balcombe (2008). Estos autores anticipaban influencia negativa sobre la eficiencia en el uso reducido de mano de obra, pero Rodríguez (2012) no consideraba el factor laboral como factor determinante, sin embargo si consideraba el factor capital y el consumo como determinantes de eficiencia. En este sentido Melgarejo (2014) expone las variables sobre las cuales los administradores de las cooperativas toman decisiones para orientar el éxito o el fracaso de las cooperativas entre las cuales está la incorporación o desvinculación de empleados, la promoción y participación de asociados y la gestión financiera. El resultado de estas investigaciones se realiza en períodos de tiempo superiores a 5 años, luego es factible confirmar que la gestión de los administradores es un factor determinante de eficiencia en cooperativas del sector agrícola y en el caso puntual de este trabajo resulta determinante para las CTA.

Tabla 5. Factores determinantes de eficiencia CTA

Variable Año	GAdmon	InAsoc	TCoop	Manef
2003	0,01*	0,00*	-0,33*	-0,31*
2004	0,02*	0,00*	0,00*	0,00*
2005	0,05*	0,01*	-0,03*	-0,06*
2006	0,04*	0,01*	-0,01*	0,00*
2007	0,04*	0,01*	0,00*	0,00*
2008	0,03*	0,00*	-0,01*	-0,01*
2009	0,04*	0,01*	-0,03*	-0,03*
2010	0,03*	0,01*	-0,01*	-0,07*
2011	0,02*	0,00*	-0,42*	-0,17*
2012	0,00*	-0,01*	0,00*	0,00*
2013	-0,01*	-0,01*	0,00*	0,00*
2014	-0,01*	-0,01*	-0,06*	-0,02*
2015	-0,01*	-0,01*	-0,03*	-0,03*

Fuente: elaboración propia. 95% *bootstrap* intervalos de confianza. * denota significancia al 5%.

InAsoc: el incremento en el número de asociados a una cooperativa es directamente proporcional a la eficiencia de la cooperativa. En las CTA se confirma esta relación, dado que el índice es positivo hasta el 2011. Sin embargo, a partir del 2012 el índice refleja que no era considerado un factor determinante.

TCoop: el tamaño de una cooperativa que desarrolla actividades agrícolas tiene relación directa con la eficiencia técnica de la cooperativa. Los resultados del índice correspondiente con esta variable demuestran que, el tamaño no es considerado un factor determinante de eficiencia.

Manef: las cooperativas que son eficientes mantienen el nivel de eficiencia en los períodos siguientes. Los resultados de esta variable no consideran esta variable como un factor determinante de

eficiencia. Si bien esta conclusión genera inquietud dado que como se ha mencionado anteriormente en algunos modelos se presentaron tendencias estables o positivas en el número de cooperativas eficientes, se debe aclarar que la muestra utilizada para determinar la eficiencia mediante DEA no estaba conformada por un panel balanceado, es decir que en cierto grado las *DMUs* eficientes no eran las mismas para el año siguiente.

5. Conclusiones

El objetivo de este trabajo era realizar un análisis de los factores determinantes de eficiencia técnica, a través de la metodología no paramétrica DEA en dos etapas, de las Cooperativas de Trabajo Asociado (CTA) colombianas, pertenecientes al sector agrícola, durante el período de 2003 a 2015. El estudio es relevante en

el panorama colombiano donde es insuficiente el número de trabajos que realicen un análisis de eficiencia en cooperativas del sector agrícola aplicando el modelo DEA en dos etapas y que hayan utilizado un horizonte de tiempo superior a diez años. Las dificultades inherentes al pequeño tamaño en las CTA, constituye, a nuestro juicio, la principal explicación de la escasez de este tipo de trabajos.

Los factores determinantes de eficiencia para las CTA, que desarrollaron actividades agrícolas en Colombia, se generaron a partir de cuatro variables de optimización: gestión de los administradores en la asignación de los recursos, el incremento en el número de asociados, el tamaño de la cooperativa y el tiempo durante el cual fueron eficientes. Sin embargo, a pesar de que estas variables están directamente relacionadas con la actividad de las cooperativas agrícolas, son las variables gestión de los administradores y el incremento en el número de asociados factores determinantes de la eficiencia, es decir inciden directamente en la eficiencia de esas cooperativas durante el período de tiempo analizado.

El resultado de utilizar el modelo DEA en dos etapas de Simar y Wilson (2007) y Chen, Cook, Li y Zhu (2009) para conocer los factores determinantes de eficiencia fue exitoso en la medida que se generaron los índices por año, ya que a diferencia de otros trabajos de investigación no se utilizó la información agregada de varios años, sino que se calculó por año. De esta forma se pudo comprobar

que los determinantes de eficiencia también tienen períodos cíclicos y no son estáticos. Concretamente, en el caso de la gestión de los administradores se pudo establecer que, en las CTA durante los primeros años, esta variable fue un factor determinante de eficiencia, pero posteriormente dejó de incidir en la eficiencia de la organización a pesar de que el número de cooperativas eficientes continuó en ascenso.

En el caso del número de asociados se corroboran los resultados de Zheng, Wang y Awokuse (2012) quienes también acogen esta variable como factor determinante, aunque con la salvedad de que el gobierno chino ha formulado políticas de fomento hacia las cooperativas del sector agrícola, lo que ellos enmarcan como el gran factor determinante frente a los demás.

Aunque en este trabajo los resultados no confirman que el tamaño de una cooperativa sea un factor determinante de eficiencia, corroborando a Galindo (2006) quien también sostiene que no es posible demostrar una relación directa con el tamaño de la organización. En futuras investigaciones, se recomienda considerar esta posibilidad, ya que Latruffe, Davidova y Balcombe (2007) concluyen que el tamaño en el caso de las cooperativas grandes genera ventajas e incide directamente en la eficiencia. En esa misma línea Rodrigues, Braga y Marqués (2011) sostienen que las cooperativas agrícolas grandes tienen más acceso a la tecnología por ende vinculan el tamaño como un

factor determinante de la eficiencia.

De los resultados del número cooperativas eficientes por año, se puede decir que las CTA tuvieron el 21% promedio simple de cooperativas eficientes, el punto favorable para este grupo fue la tendencia creciente, ya que, en 2003, 41 (19,7%) de las 208 cooperativas dedicadas a realizar actividades agrícolas fueron eficientes y en 2015, aunque este tipo de cooperativas ha disminuido, 10 (33%) de las 30 CTA eran eficientes. Esto corrobora en menor medida las conclusiones de Guzmán, Arcas y García (2006) quienes también evidenciaron una tendencia de crecimiento.

Adicionalmente, se puede concluir que la actividad en las cooperativas agrícolas, en el caso concreto de las CTA, se está especializando y ha sido inversamente proporcional al número total de cooperativas, ya que, en los últimos años, aunque el número de cooperativas disminuyó considerablemente, en mayor medida fueron más las eficientes (Rodríguez, Braga y Marqués, 2011).

Un estudio de este tipo está abierto a numerosas divulgaciones. Para los autores, es de gran interés estudiar la oportunidad para generalizar estas conclusiones a otro tipo de subconjuntos de la economía social y a otros sectores de la economía. Así mismo, analizar el impacto de otras variables en la eficiencia de las cooperativas del sector agrícola. El acceso a datos primarios parece ser la principal dificultad para conseguir dicho objetivo. El estudio de estas y otros aspectos

respaldan investigaciones futuras.

Por último, durante el desarrollo de la investigación se reconocieron como limitantes la continuidad de los datos utilizados durante los trece años analizados y el número de DMUs examinadas. Si bien en el primer caso la información que reportan las CTA es el principal insumo para el desarrollo de la investigación, esta información también es limitada, dado que en el periodo de tiempo analizado no siempre se mantienen las mismas organizaciones. Al indagar las razones, se pudo establecer que durante este periodo, cerca de un 7% en promedio de las CTA del sector agrícola no pudo mantener el desarrollo de su actividad y en general las CTA presentaron una situación de crisis de 1998 a 2008 (Pardo & Huertas, 2014).

La segunda limitante se enmarca en el número de DMUs examinadas. En promedio se procesaron 234 datos de CTA por año, en este caso el tiempo de procesamiento fue más largo dadas las restricciones que existen con las herramientas de procesamiento que hay disponibles actualmente (Xie, Zhang & Shang, 2021). Adicionalmente, el número de DMUs analizadas es directamente proporcional a la sensibilidad de los resultados. Cuando se utilizan muestras pequeñas los resultados suelen ser más sensibles (Fernández, Martínez & Fernández, 2015) y por ende el resultado se limitaría a la búsqueda de las DMUs eficientes, dejando un segmento de la muestra excluido de la investigación.

Referencias

- Acosta, L. C., Melgarejo, Z. & Sánchez-Acevedo, H. G. (2020). Análisis no paramétrico de eficiencia en cooperativas del sector agrícola. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 8(3), 80-86. <https://doi.org/10.15649/2346030X.899>
- Amón, I. (2010). *Guía metodológica para la selección de técnicas de depuración de datos* [Trabajo de grado]. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Avkiran, N. & Rowlands, T. (2008). How to better identify the true managerial performance: State of the art using DEA. *Omega*, 36(2), 317-324. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.01.002>
- Banker, R., Charnes, A. & Cooper, W. (1989). An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses. *Research in governmental and nonprofit accounting*, 5, 125-163.
- Barton, D., Schroeder, T. & Featherstone, A. (1993). Evaluating the feasibility of local cooperative consolidations: A case study. *Agribusiness*, 9(3), 281-294. [https://doi.org/10.1002/1520-6297\(199305\)9:3<281::AID-AGR2720090308>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/1520-6297(199305)9:3<281::AID-AGR2720090308>3.0.CO;2-X)
- Benyoussef, S. & Hemrit, W. (2019). Measuring the relative efficiency of insurance companies in Saudi Arabia: The case study of Takaful vs cooperative industries. *Cogent Economics & Finance*, 7(1), 1590818. <https://doi.org/10.1080/23322039.2019.1590818>
- Bojnec, S. & Latruffe, L. (2009). Determinants of technical efficiency of Slovenian farms. *Post-Communist Economies*, 21(1), 117-124. <https://doi.org/10.1080/14631370802663737>
- Campoverde, J., Romero, C. & Borenstein, D. (2019). Evaluación de eficiencia de cooperativas de ahorro y crédito en Ecuador: aplicación del modelo Análisis Envolvente de Datos DEA. *Contaduría y Administración*, 64(1), 1-19. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1449>
- Cañero, R., Calatrava-Requena, J. & Pérez, M. (1997). Análisis de eficiencia productiva basado en funciones de producción frontera estocástica: aplicación a la horticultura almeriense. *Actas de Horticultura*, 17, 443-449.
- Cárdenas, J. & Vallejo, L. (2016). Agricultura y desarrollo rural en Colombia 2011-2013: una aproximación. *Apuntes del CENES*, 35(62), 87-123. <https://doi.org/10.19053/22565779.4411>
- Castaño, C., Gallego, D., Quintero, D. & Vergara, K. (2016). Evaluación del desempeño de las cooperativas de ahorro y crédito de antioquia para el periodo 2009-2013. *Revista Science of Human Action*, 1(2), 175-210. <https://doi.org/10.21501/2500-669X.2154>
- Charnes, A., Cooper, W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

- Chaves, Á. (2017). Análisis de los ciclos del producto interno bruto agropecuario colombiano 1976-2013. *Apuntes del CENES*, 36(63), 169-209. <https://doi.org/10.19053/01203053.v36.n63.2017.5829>
- Chen, Y., Cook, W., Li, N. & Zhu, J. (2009). Additive efficiency decomposition in two-stage DEA. *European Journal of Operational Research*, 196(3), 1170-1176. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.011>
- Chikoto-Schultz, G. & Neely, D. (2016). Exploring the Nexus of Nonprofit Financial Stability and Financial Growth. *Voluntas: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations*, 27(6), 2561-2575. <https://doi.org/10.1007/s11266-016-9786-0>
- Clavijo, N. (2016). *Tipificación de las cooperativas del sector agropecuario en Colombia* [Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia]. Universidad Nacional de Colombia
- Coll, V. & Blasco, O. (2007). Evaluación de la eficiencia de la industria textil española a partir de información económico-financiera: una aplicación del análisis envolvente de datos. *Revista Investigación Operacional*, 28(1), 61-91.
- Cooper, W., Seiford, L. & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references*. Springer Science & Business Media.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2020, 15 de mayo). Boletín Técnico Producto Interno Bruto (PIB) I trimestre 2020. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_Itrim20_produccion_y_gasto.pdf
- Dávila, R. (2004). *Innovación y éxito en la gerencia cooperativa. Casos exitosos de cooperativas rurales de ahorro y crédito*. Unidad de Estudios Solidarios-UNES.
- De Amores, A. (2006). *Estudio de la eficiencia del olivar andaluz mediante técnicas de análisis envolvente aplicadas a la nueva política agraria comunitaria (premio)*. Analistas Económicos de Andalucía.
- De Moura, D., Chaddad, F. & Furquim, P. (2013). The Determinants of Ownership Structure: Evidence from Brazilian Agricultural Cooperatives. *Agribusiness*, 29(1), 62-79. <https://doi.org/10.1002/agr.21325>
- Defourney, J., Estrin, S. & Jones, D. (1985). The effects of workers' participation on enterprise performance: Empirical evidence from French cooperatives. *International Journal of Industrial Organization*, 3(2), 197-217. [https://doi.org/10.1016/0167-7187\(85\)90004-9](https://doi.org/10.1016/0167-7187(85)90004-9)
- Farné, S. (2008). Las cooperativas de trabajo asociado en Colombia: balance de la política gubernamental 2002-2007. *Revista de Economía Institucional*, 10(18), 261-285.

- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Fernández, D., Mozas, A., Bernal, E. & Medina, M. (2016). Uso y eficiencia de la social media. Un análisis desde la economía social. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (88), 5-27.
- Fernández, Y., Martínez, A. & Fernández, J. (2015). Determinantes de la eficiencia en las universidades públicas españolas: un análisis DEA en dos etapas. *Investigaciones de Economía de la Educación, compilado por Marta Rahona López y Jennifer Gravez*, 491-508.
- Ferrier, G. & Porter, P. (1991). The productive efficiency of US milk processing co-operatives. *Journal of Agricultural Economics*, 42(2), 161-173. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1991.tb00344.x>
- Franco, J. (2019). Efectos de la paradoja de Simpson en la adopción de buenas prácticas agrarias. *Barataria. Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, (26), 225-241. <https://dx.doi.org/10.20932/barataria.v0i26.413>
- Freitas, W., Pinheiro, E., Lopes, A. & Arruda, D. (2013). Eficiencia técnica da agropecuaria nas micro-regiões brasileiras e seus determinantes. *Ciencia Rural*, 43(11), 2115-2121. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000126>
- Fuentelsaz, L., Marcuello, C. & Urbina, O. (1998). Evaluación de la eficacia de las organizaciones no lucrativas en la provisión de residencias a la tercera edad. *CIRIEC – España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 28, 53-74.
- Galindo, A. (2006). Repercusiones de la definición de tamaño empresarial en los resultados empíricos sobre eficiencia y financiación. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*, 1(1), 308-361.
- González-Miranda, D. R. (2014). Los Estudios Organizacionales. Un campo de conocimiento comprensivo para el estudio de las organizaciones. *Innovar: Revista de ciencias administrativas y sociales*, 43-58. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n54.46431>
- Goñi, S. (1998). El análisis envolvente de datos como sistema de evaluación de la eficiencia técnica de las organizaciones del sector público: aplicación en los equipos de atención primaria. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, (97), 979-1004.
- Guesmi, B. & Serra, T. (2015). Can we Improve Farm Performance? The Determinants of Farm Technical and Environmental Efficiency. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 37 (4), 692-717. <https://doi.org/10.1093/aep/ppv004>
- Guzmán, I., Arcas, N. & García, D. (2006). La eficiencia técnica como medida de rendimiento de las cooperativas agrarias. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (55), 289 - 311.

- Halme, M., Joro, T., Korhonen, P., Salo, S. & Wallenius, J. (1999). A value efficiency approach to incorporating preference information in data envelopment analysis. *Management Science*, 45(1), 103-115.
- Hatami-Marbini, A., Emrouznejad, A. & Tavana, M. (2011). A taxonomy and review of the fuzzy data envelopment analysis literature: two decades in the making. *European journal of operational research*, 214(3), 457- 472. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.02.001>
- Hind, A. (1994). Cooperatives—under performers by nature? an exploratory analysis of cooperative and non-cooperative companies in the Agri-business sector. *Journal of Agricultural Economics*, 45(2), 213-219. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1994.tb00395.x>
- Huang, Z., Fu, Y., Liang, Q., Song, Y. & Xu, X. (2013). The efficiency of agricultural marketing cooperatives in China's Zhejiang province. *Managerial and Decision Economics*, 34(3-5), 272-282. <https://doi.org/10.1002/mde.2589>
- Kyriakopoulos, K., Meulenberg, M. & Nilsson, J. (2004). The impact of cooperative structure and firm culture on market orientation and performance. *Agribusiness*, 20(4), 379-396. <https://doi.org/10.1002/agr.20021>
- Labrador, O. & Rivera, C. (2016). La eficiencia y eficacia socioeconómicas de la gestión de las Cooperativas no Agropecuarias en Cuba. *Revista de Cooperativismo y Desarrollo*, 4(2), 149-158.
- Latruffe, L., Davidova, S. & Balcombe, K. (2008). Application of a double bootstrap to investigation of determinants of technical efficiency of farms in Central Europe. *Journal of Productivity Analysis*, 29(2), 183-191. <https://www.jstor.org/stable/41770304>
- Lechuga, E. (2003). *El perfil del directivo de alto rendimiento*. Ediciones Fiscales ISEF.
- Liu, J., Lu, L., Lu, W. & Lin, B. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41(5), 893-902. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.11.004>
- Loaiza, O. & Franco, L. (2012). Un estudio acerca de los determinantes de la productividad y la ineficiencia técnica en la industria colombiana, 1992-2007. *Munich Personal RePEc Archive*, paper n.º 47736. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/47736>
- Martínez, C. & Guzmán, I. (2014). Medida de la eficiencia en entidades no lucrativas: un estudio empírico para fundaciones asistenciales. *Revista de Contabilidad*, 17(1), 47-57. <https://doi.org/10.1016/j.rcsar.2013.08.005>
- Martínez-Campillo, A., Fernández-Santos, Y. & Sierra-Fernández, M. (2017). Eficiencia técnica en las cooperativas de crédito españolas: una aproximación al impacto de la crisis. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 46(4), 484-506. <https://doi.org/10.1080/02102412.2017.1288951>

- Masa, C., Iturrioz, J. & Martín, S. (2016). Aspectos determinantes del fracaso empresarial: efecto de la proyección social de las sociedades cooperativas frente a otras formas jurídicas. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 88, 93-125.
- Melgarejo, Z., Arcelus, F. & Simon-Elorz, K. (2011). A three-stage DEA-SFA efficiency analysis of labour-owned and mercantile firms. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 7(3), 573-592. <http://dx.doi.org/10.3934/jimo.2011.7.573>
- Melgarejo, M. (2014). *Metodología para desarrollo de competencias comportamentales en directivos de cooperativas de trabajo asociado* [Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia]. Universidad Nacional de Colombia.
- Melgarejo-Molina, Z., Vera-Colina, M. & Mora-Riapira, E. (2012). La supervivencia de las Cooperativas de Trabajo Asociado en Colombia: una aproximación teórica. *Innovar. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 22(45), 5-16. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/36289>
- Othman, M., Foo, L., Karim, M. & Aziz, Y. (2010). Total factor productivity efficiency changes in a Malaysian hotel chain. *International Journal of Revenue Management*, 4(3-4), 327-343. <https://dx.doi.org/10.1504/IJRM.2010.035960>
- Öztop, A. & Uçak, H. (2017). Evaluation of firms of agriculture and food sectors quoted at borsa istanbul (bist) by DEA-based malmquist total factor productivity index. *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia*, 16(1), 73-82. <https://doi.org/10.22630/ASPE.2017.16.1.08>
- Pardo, L. & Huertas, M. (2014). La historia del cooperativismo en Colombia: hitos y periodos. *Cooperativismo & Desarrollo*, 22(104), 49-61. <http://dx.doi.org/10.16925/co.v22i104.970>
- Parliament, C., Lerman, Z. & Fulton, J. (1990). Performance of cooperatives and investor-owned firms in the dairy industry. *Journal of Agricultural Cooperation*, 5, 1-16. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.46229>
- Pineda, J., Cervera, A. & Oviedo, W. (2017). Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en Colombia por actividad económica. *Civilizar: Ciencias Sociales y Humanas*, 17(32), 133-160. <https://doi.org/10.22518/16578953.823>
- Queiruga, D., Salazar, I. & Vargas, P. (2015). La relación entre la internacionalización y la eficiencia en las Organizaciones No Lucrativas. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 85, 287-304.
- Ribeiro, L., Arns, M., Trojan, A., Samways, B. & de Lara, L. (2017). Avaliação da Eficiência de Cooperativas de Crédito através de DEA e PCA. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 655-666.

- Rodrigues, U., Braga, M. & Marques, M. (2011). Factores Asociados à Eficiência Técnica e de Escala das Cooperativas Agropecuárias Paranaenses. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49(3), 573-597. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000300003>
- Rodríguez, R. (2012). Determinantes de la eficiencia técnica en la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena. *Revista Ingeniería Solidaria*, 8(14), 8-18.
- Rout, C., Swain, P. & Dash, M. (2019). Application of Data Envelopment Analysis for Measuring Financial Efficiency of District Central Cooperative Banks. *International Journal of Management*, 10(6), 161-169. <https://doi.org/10.34218/IJM.10.6.2019.016>
- Sabaté, P., Sabi, X. & Saladrígues, R. (2000). Cooperativas versus sociedades mercantiles. El sector frutero en Lleida. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* (34), 51-70.
- Sánchez-Gooding, S. & Rodríguez-Lozano, G. (2017). Indicadores de eficiencia relativa del proceso de gestión de crédito en un banco colombiano, mediante análisis envolvente de datos (DEA). *Cuadernos de Contabilidad*, 17(43). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc17-43.ierp>
- Schuschny, A. (2007). *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Simar, L. & Wilson, P. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, 136(1), 31-64. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>
- Singh, K., Dey, M., Rabbani, A., Sudhakaran, P. & Thapa, G. (2009). Technical Efficiency of Freshwater Aquaculture and its Determinants in Tripura, India. *Agricultural Economics Research Review*, 22(2), 185-195.
- Skevas, T. & Grashuis, J. (2019). Technical efficiency and spatial spillovers: Evidence from grain marketing cooperatives in the US Midwest. *Agribusiness*, 36(1), 111-126. <https://doi.org/10.1002/agr.21617>
- Solana, J., Ibáñez, N. & Benito, B. (2017). Determinantes de la eficiencia en las fundaciones españolas. *Revista de Contabilidad: Spanish Accounting Review*, 20(2) 176-194. <https://doi.org/10.1016/j.rcsar.2016.12.001>
- Sousa, E., Kimura, H., Medeiros, L. & Peng, Y. (2018). Efficiency of the Brazilian credit unions: A joint evaluation of economic and social goals. *Latin American Business Review*, 19(2), 107-129. <https://doi.org/10.1080/10978526.2018.1479640>
- Uribe, C. (1994). *De trabajadores a empresarios: cooperativas de trabajo asociado para el siglo XXI*. Instituto de Estudios Sociales Juan Pablo II.

- Xaba, S., Marwa, N. & Mathur-Helm, B. (2019). Efficiency evaluation of agricultural cooperatives in Mpumalanga: An empirical study using the DEA approach. *African Journal of Economic and Management Studies*, 11(1), 51-62. <https://doi.org/10.1108/AJEMS-10-2018-0291>
- Xie, Q., Zhang, L. & Shang, H. (2021). Evaluating performance of super-efficiency models in ranking efficient decision-making units based on Monte Carlo simulations. *Ann Oper Res* 305, 273-323, <https://doi-org.ezproxy.unal.edu.co/10.1007/s10479-021-04148-3>
- Zabala, H. (2016). *Economía agraria y asociatividad cooperativa en Colombia*. Fondo Editorial Luis Amigó.
- Zheng, S., Wang, Z. & Awokuse, T. (2012). Determinants of Producer's Participation in Agricultural Cooperatives: Evidence from Northern China. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 34(1), 167-186. <https://doi.org/10.1093/aapp/ppr044>