

Análisis no paramétrico de eficiencia en cooperativas del sector agrícola.

Non-parametric analysis of efficiency in cooperatives in the agricultural sector.

Luis Carlos Acosta¹, Zuray Melgarejo², Heller Guillermo Sánchez-Acevedo³

^{1,2}Universidad Nacional de Colombia, Bogota - Colombia

³Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Colombia

Recibido: 28 de julio de 2020.

Aprobado: 11 de diciembre de 2020.

Resumen— Las cooperativas son un pilar fundamental de la economía solidaria y desempeñan una función importante dentro del sistema económico como generadoras de empleo. El trabajo tiene como objetivo el análisis de los factores determinantes de la eficiencia de las Cooperativas Multiactivas sin Sección de Ahorro de Colombia durante el período 2003-2015. El análisis se basa en la selección de aquellos factores que según la literatura explican perfectamente la situación de las cooperativas, así como la selección de la metodología de la técnica no paramétrica DEA en dos etapas, propuesto por Simar y Wilson. Como inputs se sugieren el número de asociados y de empleados, gastos de administración, capital social y los ingresos operacionales. Los excedentes operacionales constituyen el output considerado. Los resultados indican una eficiencia técnica del 50% en promedio. Finalmente, es la variable aumento en el número de asociados el principal factor determinante de la eficiencia.

Palabras Claves: eficiencia técnica; cooperativas; sector agrícola; análisis envolvente de datos, modelo de dos etapas, determinantes de la gestión.

Abstract— Cooperatives are a fundamental pillar of the solidarity economy and play an important role within the economic system as job generators. The objective of the present work is to analyze the determinants of the efficiency of the Multiactive Cooperatives without a Savings Section in Colombia during the period 2003-2015. The analysis is based on the selection of those factors that, according to the literature, perfectly explain the situation of cooperatives, as well as the selection of the two-stage DEA non-parametric technique methodology, proposed by Simar and Wilson. As inputs we suggest the number of associates and employees, administrative expenses, capital stock and operating income. Operational surpluses constitute the considered output. The results indicate a technical efficiency of 50% on average. Finally, the variable increase in the number of associates is the main factor determinants efficiency.

Keywords: efficiency, cooperatives, agricultural sector, Data Envelopment Analysis, two-stage model, performance determinants.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: zamelgarejomo@unal.edu.co (Zuray Melgarejo).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Forma de citar: L. C. Acosta, Z. Melgarejo y H. G. Sánchez-Acevedo, "Análisis no paramétrico de eficiencia en cooperativas del sector agrícola", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 8, no. 3, pp. 80-86 2020, doi: [10.15649/2346030X.899](https://doi.org/10.15649/2346030X.899)

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, las organizaciones son foco de estudio y dependiendo de la propiedad del capital, tamaño de la organización, el sector de actividad económico, entre otros, que las caracteriza pueden ser objeto de análisis. Con el fin de estudiar el desempeño de las organizaciones, en la última década el estudio de la eficiencia como medida de desempeño ha tomado fuerza [1], puesto que los análisis tradicionales que emplean indicadores económicos y financieros no reflejan el verdadero funcionamiento de su gestión [2].

Las cooperativas del sector agrícola colombiano cuya función objetivo no es la maximización de los beneficios y la propiedad del capital es compartida, se transforma en un desafío investigativo en el análisis de la eficiencia técnica, dada la escasez de estudios en torno a la temática planteada [3], especialmente en Colombia [4]. En consecuencia, se manifiesta la necesidad de analizar la eficiencia técnica e identificar los determinantes de eficiencia de las cooperativas agrícolas colombianas, específicamente de las Cooperativas Multiactivas Sin Sección de Ahorro (en adelante CMSSA) clasificadas, según las actividades económicas del CIU Rev. 4 A.C., en la sección A - Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.

La elección de analizar las CMSSA agrícolas se realiza con base en las siguientes razones que justifican su elección. La primera razón se basa en las ventajas que para los agricultores ofrece participar en una cooperativa. Producto de lo anterior, es posible evidenciar el aumento en la implicación de que cada vez más personas prefieren esta forma jurídica [5], lo que se traduce en un reto para la gestión de las cooperativas. La segunda razón, está relacionada con la destacada significación que las cooperativas han tomado en el mundo [6], resultado de la contribución que realizan las cooperativas a la economía y a la generación de empleo, entre otros [7]. Colombia no es indiferente a esa realidad [8]. Particularmente, las CMSSA para los años 2015, representan el 28,8% sobre el total de organizaciones que componen el sector de economía solidaria en Colombia y generan más de 28.600 empleos, según base de datos SIGCOOP – Súper-solidaria, corte diciembre 31 de 2015.

Dado lo anterior, el presente trabajo tiene como fin sentar las bases de un estudio orientado en identificar los determinantes que permiten a las CMSSA agrícolas ser eficientes en su dirección. Así mismo, la selección de la metodología Data Envelopment Analysis (en adelante DEA) de dos etapas propuesta por [9], aplicada para determinar la eficiencia técnica e identificar los determinantes de eficiencia, es uno de los modelos más empleados en la coetaneidad [10]. En Colombia, la metodología DEA ha venido en aumento en los últimos 16 años [11].

Son diversos los trabajos que en Colombia se han desarrollado y que implica la medición de eficiencia [12], [13], pero no precisamente en cooperativas. Adicionalmente, al evaluar la eficiencia no identifican los determinantes que probablemente inciden en el desempeño o la eficiencia, inclusive en el fracaso [14]. La asociación de estas razones, más otras razones particulares de las CMSSA del mismo sector y el desarrollo del sector agrícola, se transforman en los fundamentos básicos de la ejecución del presente trabajo.

El presente trabajo está organizado del siguiente modo. En la sección 2 se describe el actual estado de la literatura sobre eficiencia en las cooperativas. La sección 3, describe el material y la metodología. En la sección 4 se discuten los resultados empíricos obtenidos, mientras que la última sección describe las principales conclusiones alcanzadas y las sugerencias para ahondar en la investigación.

II. MARCO TEÓRICO

La literatura existente sobre el análisis de la eficiencia es abundante pero inconclusa. No obstante, el estudio con aplicaciones a cooperativas agrícolas es escasa y más aún que apliquen la metodología DEA en dos etapas [15]. En esta línea, se destaca el trabajo realizado por [16], al proveer una de las aplicaciones pioneras de la técnica de double bootstrap de [9]. Los autores analizan 753 granjas especializadas en cultivos o ganado y encuentran que los agricultores no poseen la experiencia gerencial indispensable para la inversión razonable y las determinaciones sindicales. También concluyen que los índices de eficiencia técnica pura obtenidos para cada una de las granjas se vio perjudicado debido a un aumento exagerado de capital, a la reducción del número de personas empleadas y producto de un prominente estrés financiero.

Los autores [17], analizan 130 observaciones relacionadas con la agricultura familiar individual. Todas las unidades analizadas correspondían a granjas eslovenas agrícolas e identificaron como determinantes de eficiencia técnica el cambio tecnológico y la aceptación de Eslovenia en la Unión Europea. En 1994 la composición de insumo y producto resultó ineficientemente comparativa. No obstante, durante el cambio, el margen en la ineficiencia técnica se redujo aumentando continuamente hasta 2003.

Freitas, Pinheiro, Lopes, & Arruda [18], analizan 554 micro-regiones agrícolas brasileñas. Su objetivo era medir para el sector agrícola, los índices de eficiencia técnica y el comportamiento de la actividad, con miras a identificar sus determinantes. Los autores encontraron que en las micro-regiones brasileñas la eficiencia técnica es positivamente dominada por la asistencia técnica y la fertilidad del área. De igual forma, evidencian que frecuentemente colisionan nocivamente por variables como número de empleados (familiar) y consecución de créditos.

Por último, [19] analizan un total de 189 explotaciones agrícolas dedicadas a la producción de cereales, oleaginosas y cultivos de proteína de España. Los autores concluyen que son determinantes de eficiencia los ingresos obtenidos por vías distintas al desarrollo de la actividad agrícola y al número de empleados directos (familia).

En Colombia, la revisión de la literatura reciente sobre el análisis de la eficiencia aplicando DEA en los sectores agrícolas y ganaderos en cooperativas se listan en la tabla 1. Según [11] indican que en los últimos años la preferencia de aplicar metodologías, como DEA, para la estimación de eficiencia ha crecido.

Tabla 1: Revisión de la literatura reciente sobre el análisis de la eficiencia aplicando DEA en el sector agrícola y ganadero en Colombia.

Referencia	Características de los datos	Resultados principales
[12]	En el departamento del Magdalena analizan la agroindustria de aceite de palma.	Los resultados evidencian similitudes entre la productividad laboral y total respecto a la agroindustria del Magdalena, con un ligero descenso en 1993 y 1997 y un resarcimiento visible en 1998. La mano de obra no resulta ser un factor determinante de eficiencia, debido a que no explica el comportamiento de la agroindustria.
[13]	Analizan seis departamentos: Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquia, Tolima y Valle del Cauca.	Los seis departamentos presentan índices altos de eficiencia, siendo mayores los obtenidos por Antioquia, Quindío y Valle. "La eficiencia técnica en su versión dinámica, como se considera en este trabajo, necesita del empleo urgente de nuevos métodos de producción, así como del máximo posible incremento y dispersión del output".
[20]	Analizan 121 fincas	Los autores encuentran resultados diferentes por tamaños de fincas. En el

ganaderas de Boyacá, localizadas en Duitama, Belén, Cerinza y Paipa.	caso de las fincas grandes, el modelo de eficiencia técnica logra mejores resultados. Sin embargo, para las fincas de tamaños mediano y pequeño, el modelo no presenta resultados importantes.
--	--

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, metodológicamente ninguno de los trabajos previos en Colombia ha implementado una propuesta equivalente a la del actual estudio. El análisis de los factores determinantes de eficiencia resulta ser un aspecto importante para la incorporación de variables no discrecionales que pueden afectar a la eficiencia de las CMSSA. Por consiguiente, consideramos relevante abrir una nueva ruta de investigación relacionada con el análisis de la eficiencia de la conglomeración de las cooperativas, y sus determinantes, a través de la aplicación de la metodología no paramétrica DEA, estableciendo este estudio un aporte adicional en esta línea.

III. MATERIAL Y METODOLOGÍA

a) *Material*

Los resultados empíricos descansan sobre un panel de datos no balanceado durante el período de 2003 a 2015 de CMSSA que operan en el sector agrícola de la economía colombiana. No se incluyen años posteriores dado que, a partir del año 2016, la Supersolidaria modificó el esquema de demanda de información siguiendo la actual disposición de normas internacionales de información financiera.

Los datos utilizados proceden de la Web Supersolidaria. El número total de CMSSA que conforman la muestra se presenta en la tabla 2. Se eliminan CMSSA que incumplan al menos uno de los criterios que se listan a continuación: (i) no disponían de la información de los inputs y/o outputs seleccionados; (ii) exclusión de organizaciones insolventes, esto es, que reportan fondos propios negativos; (iii) se consideraron observaciones atípicas, aquellas cooperativas con valores superiores a dos desviaciones típicas lejos de la media [21]. 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 [22].

Por último, es importante considerar el peso que las organizaciones de menor tamaño tienen en el sector agrícola colombiano. Es por esto que se ha optado por incluir todos los tamaños de las CMSSA, sin que la base de datos sea sesgada hacia las de mayor tamaño. Lo anterior representa una importante aportación del trabajo en términos de interpretación y extensión de los resultados, ya que las CMSSA de tamaño micro, pequeño y mediano suponen alrededor del 90% del total del sector, por lo que no sería viable entender la dinámica del sector si son excluidos del estudio este tamaño empresarial.

Tabla 2: Número de CMSSA agrícolas incluidas en el trabajo.

Año	Total CMSSA en Colombia	Población CMSSA	CMSSA agrícolas analizadas	CMSSA eliminadas del análisis
2003	1040	127	79	48
2004	1127	114	70	44
2005	1218	122	76	46
2006	1245	126	69	57
2007	1272	126	71	55
2008	1280	121	67	54
2009	1316	110	57	53
2010	1308	128	54	74
2011	1361	56	55	1
2012	1336	51	51	0
2013	1253	57	56	1
2014	1255	60	57	3
2015	1195	44	42	2

Fuente: Elaboración propia.

Los inputs y output fueron seleccionados tomando dos variables numéricas y cuatro variables financieras. Con el fin de deflactar las variables financieras, se toma como base el índice de precios del productor correspondiente al año 2014 del sector agrícola, ganadero y pesca. La selección de inputs y output se realiza teniendo en cuenta la relación directa con el objetivo fundamental bajo el cual son creadas las cooperativas, según la Ley 79 de 1988 y Ley 454 de 1998 [23]. La tabla 3 lista y define los inputs y output utilizado en el análisis de la eficiencia en este trabajo.

Tabla 3: Estadísticos descriptivos inputs-output 2003-2015.

Variable	Definición	Media	Mediana	Desviación típica	Mínimo	Máximo
<i>Input</i>						
#Asoc	Número de asociados	330,38	52,00	65,51	1,00	8970,00
#Empl	Número de empleados	22,02	3,50	1.627.685.257,85	1,00	959,00
\$GAdm	Gastos de administración	612,57	115,62	2799,17	0,16	19404,75
\$CSoc	Capital social	955,71	113,32	45621,76	0,43	26947,03
\$IOpe	Ingresos operacionales	17905,13	696,23	4655,66	0,41	502155,40
<i>Output</i>						
\$ExcO	Excedentes operacionales	1513,34	169,77	0,00	-487,16	58539,89

Fuente: Elaboración propia. \$ denota valores expresados en millones de pesos colombianos.

La selección de los inputs y output sigue la literatura sobre el tema [19]. Sólo hay un output, los excedentes operacionales (\$ExcO). Representan el excedente económico de la CMSSA producto de las principales actividades que adelanta y contrario a las organizaciones con ánimo de lucro, el presente resultado facilita la planeación en las tareas que desempeñan las cooperativas, posibilita su control y gestión y, permite computar el alcance de los resultados bajo el supuesto de que la escala de ingresos es adecuada para cubrir los gastos.

Hay cinco inputs. Uno, es el número de asociados (#Asoc), medido por el número de personas asociadas a la cooperativa y se encuentran adscritas, según la Ley 454 de 1998, en el registro social. El segundo input es el número de trabajadores (#Empl), el cual posibilita determinar el grado de vinculación de la industria respecto a la mano de obra, así como su verdadero aporte a la producción [12]. El tercer input son los gastos de administración (\$GAdm), el cual es posible identificar como una entrada esencial en cualquier organización para el avance de los distintos proyectos [3]. El cuarto input es el capital social (\$CSoc), cuyo fin es proteger las contribuciones de los socios y conseguir unos excedentes complementarios a través de dividendos [3]. El quinto input son los ingresos operacionales (\$IOpe), como determinantes de la cantidad de servicios que se pueden suministrar [24].

b) Metodología

El fundamento matemático de eficiencia inicialmente fue planteado por Farrell [25] y posteriormente Charnes, Cooper & Rhodes [26] transformaron en el fundamento de lo que actualmente se denota como DEA mejorado [27] y recientemente proyectado en dos etapas para mejorar las puntuaciones que sintetizan los registros de eficiencia [28], [29]. “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” [2] y posteriormente identificar los determinantes de eficiencia en etapa dos empleando los puntajes de eficiencia producto de la regresión, en un conglomerado de variables explicativas [16].

Las dos etapas pueden ser descritas como sigue. En la primera etapa, la metodología DEA se basa en la programación lineal para construir una frontera eficiente bajo rendimientos a escala constantes, modelo CCR, [26] determinado por una orientación a los inputs (CCR-I), o establecer una orientación a los outputs (CCR-O), basado en un determinado nivel de consumo de inputs [30], [24].

Bajo el modelo de CCR-I, matemáticamente la eficiencia técnica se resuelve como sigue:

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

Sujeto a:

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

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

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

Con el fin de disminuir la alteración relacionada con la determinación de la eficiencia en unidades de decisión (decision making units – DMU) delimitadas por ineficiencias de escala y debido a que el modelo anterior exclusivamente contempla rendimientos a escala constantes, Banker, Charnes y Cooper [37] propusieron el modelo BCC, que considera rendimientos a escala variables y agregaron la siguiente restricción:

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

θ_z toma un valor entre 0 y 1. No obstante, sólo se consideran eficientes las DMUs que obtienen un valor equivalente a 1. Un valor distinto a 1 indica que es ineficiente.

La segunda etapa, permite identificar los factores determinantes de eficiencia técnica. Para ello, se consideró la metodología de [9] y [15], explicada de forma resumida como se expone en los párrafos siguientes.

El modelo de una etapa consideraba inicialmente DMUj (j = 1,2,3,..., n) en donde cada DMU tenía m inputs y D outputs. Los outputs D obtenidos en la etapa 1 se transforman en los inputs de la segunda etapa, y se les identifica como medidas intermedias. Para la etapa 2, los resultados serán Y_{rj}, (r = 1,2,3,..., s), basado en el modelo CRS de [26]. Por tanto, el modelo en dos etapas se puede plantear 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 w₁ y w₂ son pesos preestablecidos tales que w₁ + w₂ = 1. Estos pesos son funciones de los factores determinantes. En consecuencia, para descifrar la dificultad originada de las puntuaciones de eficiencia en un proceso natural se formularia como sigue:

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

Sujeto a:

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

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

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

En este trabajo y como se lista en la tabla 4, los factores determinantes son: gestión de los administradores, aumento en el número de los asociados, tamaño de la cooperativa y mantenimiento del nivel de eficiencia, bajo el soporte conceptual hallado en la revisión de la literatura sobre el tema.

Tabla 4: Factores de los determinantes.

Variable	Hipótesis	Asignación de valores
GAdmon	Las cooperativas del sector agrícola en la que la dirección de los administradores involucra la designación de los recursos, conlleva a resultados eficientes.	1 = gestión Eficiente. 0 = gestión ineficiente.
InAsoc	Es directamente proporcional el aumento en el número de asociados respecto a la eficiencia de la cooperativa.	1 = el número de asociados afecta la eficiencia. 0 = el número de asociados NO afecta la eficiencia.
TCoop	Existe una relación directa entre el tamaño de la cooperativa y su eficiencia técnica.	1 = el tamaño de la cooperativa afecta la eficiencia. 0 = el tamaño de la cooperativa NO afecta la eficiencia.
Manef	En los siguientes periodos las cooperativas mantienen sus niveles de eficiencia.	1 = persiste el nivel de eficiencia. 0 = NO persiste el nivel de eficiencia.

Fuente: Elaboración propia basado en [31], [32], [33], [34], [14].

El factor determinante GAdmon es una variable fundamental que debe ser atendida en el análisis de este estilo de organizaciones. Los directivos impulsan el éxito o fracaso de las organizaciones y no existen mejores o peores organizaciones, sino malos o buenos directivos, dado que bajo estos reposa el compromiso de las decisiones que toman, pero siendo las organizaciones las que sufren las consecuencias [31]. Uno de los problemas que de manera reiterada se presentan en las cooperativas es producto de la mala gestión de sus directivos, lo que refleja pocas capacidades administrativas [32].

Entiendase por administrador, aquella persona encargada de tomar decisiones que direccionen efectivamente a las organizaciones y que utilicen eficazmente los recursos que posee, alterando variables como Número de Empleados (#Empl), Gastos de Administración (\$GAdm), Ingresos Operacionales (\$IOpe). El trabajo desarrollado por [33] encuentra que, al comparar los índices de gobernanza corporativa de las cooperativas respecto a otro tipo de organizaciones, son bajos sus índices debido a que en organizaciones distintas a las cooperativas recurrentemente el control lo ejerce un administrador externo.

Los factores InAsoc, TCoop y Manef simbolizan un compendio adecuado en distintas direcciones como determinantes o no, de los resultados de eficiencia. Un aumento en el número de asociados, como probable factor determinante, va en la línea del trabajo de [34], quienes encuentran que el resultado fue asociado exitosamente con esta variable. Con relación al tamaño de la organización, Masa, Iturrioz, & Martín [14] encuentran resultados contradictorios respecto a su incidencia en la eficiencia.

IV. RESULTADOS EMPÍRICOS

Nuestro análisis de la evidencia empírica se compone de dos partes. En principio, se definieron las DMUs con base en el número de identificación tributaria (NIT) asociado a las CMSSA agrícolas. Los datos, para todos los años, se procesaron con fundamento en el modelo BBC y CCR, sobre la base de rendimientos a escala variables y a escala constante, respectivamente. Los resultados conseguidos en la etapa 1 y dada la extensión de estos, se presentan en la figura 1.

Como se evidencia en la figura 1, los resultados muestran un incremento gradual por cada año, no obstante, el número de DMUs

disminuye. Esto es, el número de CMSSA decrece drásticamente durante todo el periodo analizado, pero año a año el número de CMSSA eficientes creció, probablemente producto de gestionar eficientemente la incidencia sobre el número de asociados o la mano de obra o quizás por ajustar sus gastos y elevar los ingresos. Producto de lo anteriormente expuesto [19] encuentran que, las organizaciones alcanzan índices de eficiencia altos.

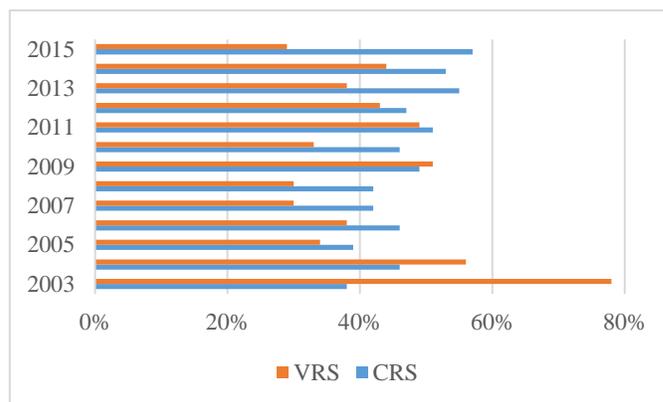


Figura 1: Porcentaje de CMSSA eficientes por año con orientación CRS y VRS. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, al considerar las mismas variables, manteniendo constante los inputs y optimizando el output, los resultados son similares. Aunque el número de cooperativas decrece año a año, la tendencia de CMSSA eficientes es constante, presentando puntuaciones considerables, por ejemplo, en 2003, el 78% de las CMSSA fueron eficientes mejorando sus resultados, con los mismos recursos, pero en 2015 tan solo el 29% de las CMSSA fue eficiente con fundamento en sus resultados.

En conclusión, en la etapa uno se obtiene que las CMSSA eficientes en promedio simple son el 47%. Al considerar el modelo con CRS, la propensión del número de cooperativas es aumentar. Sin embargo, el resultado es contrario bajo el modelo VRS. Resultados en esta misma línea se encuentran en el trabajo de [35].

La segunda parte del análisis se enfoca en conocer los factores determinantes de eficiencia y validar si persisten durante el período de estudio. Para ello, a partir de las puntuaciones de eficiencia obtenidas en la primera etapa, en el nuevo modelo dichas puntuaciones fueron utilizadas para ser aplicados en la identificación de los factores determinantes. El resultado de optimizar estos factores (ver tabla 4) sirvió para comparar los resultados obtenidos con los resultados obtenidos en trabajos previos desarrollados para organizaciones semejantes, que aplicaron la metodología DEA en dos etapas y que desarrollan actividades del sector agrícola. En la tabla 5 se presenta el resultado obtenido para cada variable.

Tabla 5. Determinantes de la eficiencia de las CMSSA 2003-2015.

Variable Año	GAdmon		InAsoc		TCoop		Manef	
	índices	Standard de los errores	índices	Standard de los errores	índices	Standard de los errores	índices	Standard de los errores
2003	0,00225	0,06100	0,01639*	0,04110	-0,00583*	0,05150	-0,00002	0,11090
2004	0,00035	0,07970	0,01394*	0,04270	-0,00384	0,05560	-0,00003	0,10320
2005	0,00225	0,06100	0,01786*	0,04030	-0,00513*	0,05270	-0,00003	0,10570
2006	0,00105	0,06860	0,01492*	0,04200	-0,00199	0,06220	-0,00006	0,09680
2007	0,00125	0,06690	0,01590*	0,04140	-0,00539*	0,05220	-0,00002	0,10620
2008	0,00065	0,07340	0,01492*	0,04200	-0,00239	0,06040	-0,00006	0,09680
2009	-0,00055	0,07500	0,01125*	0,04490	-0,00532*	0,05240	-0,00005	0,09900
2010	-0,00075	0,07190	0,01125*	0,04490	-0,00199	0,06220	-0,00004	0,10230
2011	-0,00095	0,06960	0,01101*	0,04510	-0,00131	0,06640	-0,00004	0,10110
2012	-0,00065	0,07330	0,01101*	0,04510	-0,00552*	0,05200	-0,00004	0,10140
2013	-0,00115	0,06760	0,01052*	0,04550	-0,00278	0,05880	-0,00004	0,10250
2014	-0,00055	0,07500	0,01076*	0,04530	-0,00348	0,05660	-0,00006	0,09770
2015	-0,00315	0,05760	0,00612*	0,05100	-0,00635*	0,05060	-0,00005	0,09880

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

El modelo muestra coeficientes estadísticamente significativos al nivel del 5% para las variables relacionadas con el incremento del número de asociados y tamaño de la CMSSA y coeficientes estadísticamente significativos al nivel del 10% para las variables gestión de la administración y mantenimiento del nivel de eficiencia. A continuación, se sintetizan los resultados por variables:

- GAdmon: el signo estimado es positivo hasta 2008 y negativo de 2009 a 2015. La asignación de valores sobre la cual descansa esta variable indica que, de 2003 a 2008 la gestión de la administración es considerado un factor determinante de eficiencia. Sin embargo, de 2009 a 2015 deja de ser determinante y, por tanto, no incide en la eficiencia técnica de las CMSSA.
- InAsoc: el signo estimado es positivo, lo que significa que el factor número de asociados influye directamente en la eficiencia de la CMSSA.
- En las variables TCoop y Manef, el signo estimado es negativo. En consecuencia, no constituyen factores determinantes para la eficiencia en las CMSSA.

V. 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 CMSSA colombianas, pertenecientes al sector agrícola, durante el periodo de 2003 a 2015. El estudio es novedoso en el contexto investigador colombiano donde no se han encontrado trabajos que realicen un análisis de eficiencia en cooperativas del sector agrícola aplicando el DEA en dos etapas. Las dificultades inherentes al pequeño tamaño en las CMSSA, constituye, a nuestro juicio, la principal explicación de la escasez de este tipo de trabajos.

Las principales conclusiones del estudio se describen a continuación:

1. Del análisis de CMSSA eficientes por año, se evidencia que fueron invariables en el tiempo, independientemente del tipo de orientación (CRS o VRS). El modelo de orientación CRS arrojó en promedio que aproximadamente el 50% de las CMSSA fue eficiente a lo largo del período analizado, sin tener cambios significativos. Adicionalmente, se puede concluir que la actividad en las CMSSA agrícolas, tiende a especializarse y ha sido inversamente proporcional al total de CMSSA ya que, en los últimos años, pese a que el número de cooperativas eficientes aumentó, el número de cooperativas en funcionamiento disminuyó [36].

2. Para las CMSSA, los factores determinantes de eficiencia que desarrollan actividades agrícolas en Colombia, son las variables incremento en el número de asociados en mayor medida y la variable gestión de la administración en menor medida, los factores determinantes de la eficiencia. Esto es, afectan positivamente la eficiencia de esas cooperativas durante el periodo de tiempo analizado. En el caso del número de asociados se corroboran los resultados de [34].
3. El factor gestión de la administración resultó ser un factor determinante de eficiencia durante los 6 primeros años analizados. Sin embargo, los últimos 7 años deja de tener una relación directa con la eficiencia de las CMSSA, independientemente de que el número de CMSSA eficientes continúa creciendo. Dicho resultado, permitió inferir que los determinantes de eficiencia no son estáticos, por el contrario, tienen períodos cronológicos.

Un estudio de este tipo está abierto a interminables divulgaciones. De particular importancia para los autores es la posibilidad para generalizar estas conclusiones, ampliando el análisis a otro tipo de subconjuntos de la economía solidaria y a otros sectores de la economía.

VI. REFERENCIAS

- [1] O. Labrador y C. Rivera, "La eficiencia y eficacia socioeconómicas de la gestión de las Cooperativas no Agropecuarias en Cuba", *Revista de Cooperativismo y Desarrollo*, vol. 4, n.º. 2, 149-158, 2016.
- [2] Z. Melgarejo, F.J. Arcelus, K y Simon-Elorz. "A three-stage DEA-SFA efficiency analysis of labour-owned and mercantile firms", *Journal of Industrial & Management Optimization*, 2011, 7 (3): 573-592. doi: 10.3934/jimo.2011.7.573.
- [3] J. Solana, N. Ibañez y B. Benito, "Determinantes de la eficiencia en las fundaciones españolas", *Revista de Contabilidad*, 176-194, 2017. doi: 10.1016/j.rcsar.2016.12.001.
- [4] C. Castaño, D. Gallego, D. Quintero y K. Vergara, "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, 2016.
- [5] C. Gijssels y M. Bussels, "Farmers Cooperatives in Europe: Social and historical determinants of cooperative membership in agriculture", *Annals of Public and Cooperative Economics* 85:4, 509-530, 2014.
- [6] J. Bijman y C. Iliopoulos, "Farmers' cooperatives in the EU: policies, strategies, and organization", *Annals of Public and*

- Cooperative Economics 85:4, 497–508, 2014.
- [7] F. Avsec y J. Štromajer, "Development and socioeconomic environment of cooperatives in Slovenia", *Journal of Cooperative Organization and Management* 3, 40-48, 2015.
- [8] J. Barrientos y G. Castrillón, "Generación de empleo en el sector agrario colombiano", *Agronomía Colombiana* 25(2), 383-395, 2007.
- [9] L. Simar y P. Wilson, "Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes", *Journal of econometrics* 136.1, 31-64, 2007.
- [10] M. Eling y M. Luhnen, "Frontier efficiency methodologies to measure performance in the insurance industry: Overview, systematization, and recent developments", *The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 35(2), 217-265, 2010.
- [11] J. A. Pineda, A. Cervera y W. Oviedo, "Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en Colombia por actividad económica". *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas* 17 (32), 133-160, 2017.
- [12] R. Rodríguez-Luna, "Determinantes de la eficiencia técnica en la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena", *Revista Ingeniería Solidaria*, vol. 8, No. 14, 8-18, 2012.
- [13] O. Montoya y J. Soto, "Estimación de la eficiencia técnica de las economías de los departamentos cafeteros de Colombia, por el método de programación lineal análisis envolvente de datos (DEA)", *Scientia et Technica Año XVI*, n°. 44, Universidad Tecnológica de Pereira., 348-353, 2010.
- [14] C. Masa-Lorenzo, J. Iturrioz-del-Campo, S. Martín-López, "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, 2016.
- [15] Y. Chen, W. Cook, N. Li y J. Zhu, "Additive efficiency decomposition in two-stage DEA". *European Journal of Operational Research*, vol. 196, Issue 3, 1170-1176, 2009.
- [16] L. Latruffe, S. Davidova y K. Balcombe, "Application of a double bootstrap to investigation of determinants of technical efficiency of farms in Central Europe", *Springer Science+Business Media, LLC* 29, 183–191, 2007.
- [17] S. Bojnec y L. Latruffe, "Determinants of technical efficiency of Slovenian farms", *Post-Communist Economies*, vol. 21, n°. 1, March, 117–124, 2009.
- [18] W. Freitas, E. Pinheiro, A. Lopes y D. Arruda, "Eficiencia técnica da agropecuaria nas microrregioes brasileiras e seus determinantes", *Ciencia Rural*, Santa Maria, vol.43, n°.11, 2115-2121, 2013.
- [19] B. Guesmi, T. Serra, "Can We Improve Farm Performance? The Determinants of Farm Technical and Environmental Efficiency", *Applied Economic Perspectives and Policy*, vol. 37, 4, 692–717, 2015.
- [20] A. Contreras y G. Rodríguez, "Medición de la eficiencia relativa de fincas ganaderas con servicio de asistencia técnica", *Revista de la Facultad de Ciencias Económica: Investigación y Reflexión*, 117-128, 2017.
- [21] I.A. Uribe, "Guía metodológica para la selección de técnicas de depuración de datos" Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Tesis de Maestría, 2010.
- [22] Z. Melgarejo y K. Simon-Elorz, "Desempeño empresarial y ciclo económico en la industria de alimentos y bebidas colombiana: una aproximación no paramétrica", *Estudios Gerenciales*, 35(151), 2019, <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.151.3162>.
- [23] Z. Melgarejo-Molina, M. Vera-Colina y E.H. Mora-Riapira, "La supervivencia de las Cooperativas de Trabajo Asociado en Colombia: una aproximación teórica", *Innovar*, 22(45), 5-16, 2012.
- [24] C. Martínez-Franco y I. Guzmán-Raja, "Medida de la eficiencia en entidades no lucrativas: un estudio empírico para fundaciones asistenciales", *Revista de Contabilidad – Spanish Accounting Review* 17 (1), 47–57, 2014.
- [25] M. Farrell, "The measurement of productive efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290, 1957.
- [26] A. Charnes, W. Cooper y E. Rhodes, "Measuring the efficiency of decision making units", *European journal of operational research*, 2(6), 429-444, 1978.
- [27] R. Banker, A. Charnes y W. Cooper, "An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses", *Research in governmental and nonprofit accounting*, 5, 125-163, 1989.
- [28] Y. Chen, W. Cook, N. Li y J. Zhu, "Additive efficiency decomposition in two-stage DEA". *European Journal of Operational Research*, vol. 196, Issue 3, 1170-1176, 2009.
- [29] N. Avkiran y T. Rowlands, "How to better identify the true managerial performance: State of the art using DEA", *Omega*, vol. 36, n°. 2, 317-324, 2008.
- [30] W. Cooper, L. Seiford y K. Tone, "Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references". Springer Science & Business Media, 2006.
- [31] E. Lechuga, "El Perfil del Directivo de Alto Rendimiento". Mexico D.F.: Ediciones Fiscales ISEF, 2003.
- [32] H. Zabala, "Economía agraria y asociatividad cooperativa en Colombia". Medellín: Fondo Editorial Luis Amigó, 2016.
- [33] D.R. De-Moura-Costa, F. Chaddad, P. Furquim-de-Azevedo, "The Determinants of Ownership Structure: Evidence from Brazilian Agricultural Cooperatives". *Agribusiness*, vol. 29 (1), 62–79, 2013.
- [34] S. Zheng, Z. Wang y T. Awokuse, "Determinants of Producers' Participation in Agricultural Cooperatives: Evidence from Northern China", *Applied Economic Perspectives and Policy*, vol. 34, n°. 1, 167–186, 2012.
- [35] P. Cabo, J. Rebelo, "Why do credit cooperatives disappear?: he determinants of Portuguese agricultural credit co-operatives failure", *Agricultural Finance Review* Vol. 72 Issue: 3, 341-361, 2012.
- [36] U. Rodrigues-de-Souza, M. Braga y M. Marques, "Fatores Associados à Eficiência Técnica e de Escala das Cooperativas Agropecuárias Paranaenses", *RESR, Piracicaba, SP*, vol. 49, n°. 03, 573-598, 2011.