



Eficiencia de las empresas agroindustriales del sector de caucho en Colombia: un enfoque DEA

Efficiency of agro-industrial companies of the rubber sector in Colombia: a DEA approach

Mauricio MENDOZA García [1](#); Diana OLIVEROS Contreras [2](#)

Recibido: 11/07/2018 • Aprobado: 24/09/2018 • Publicado 22/12/2018

Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

La industria del caucho en Colombia depende de la capacidad de producción, los precios internacionales de venta, los costos de operación, el cambio de divisas y la tecnología. El propósito fue evaluar la eficiencia de las empresas del sector de fabricación de formas básicas de caucho y las empresas que fabrican llantas. Se utilizó la metodología *Data Envelopment Analysis* (DEA) orientado al output. Los indicadores de eficiencia técnica y de escala son satisfactorios superiores al 80%.

Palabras clave: Eficiencia; caucho; agroindustria; DEA; agronegocios

ABSTRACT:

The rubber industry in Colombia depends on production capacity, international sales prices, operating costs, currency exchange and associated technology. The objective was to evaluate the efficiency of companies in the manufacturing sector of basic forms of rubber and companies that manufacture tires. The Data Envelope Analysis (DEA) methodology was used, oriented towards the output. The indicators of efficiency and technical scale are satisfactory superior to 80%.

Keywords: Efficiency; rubber; agroindustry; DEA; agribusiness

1. Introducción

El crecimiento actual de los mercados ha incrementado la competencia y la rapidez con las que se producen los cambios tecnológicos en las organizaciones. Con este panorama, las empresas intentan direccionar su estrategia hacia el desarrollo y fortalecimiento de las relaciones entre organizaciones con el objetivo de mejorar su eficiencia, productividad y ventaja competitiva para así conseguir una mayor adaptación a las nuevas necesidades globales (Sanfiel Fumero et al., 2003). Factores tales como el aumento de la población global, la limitación de recursos y los problemas del medio ambiente, presentan desafíos para la productividad agrícola (Palmer, 2012). Algunos sectores intentan resolver esta problemática mediante integraciones verticales y horizontales (Casson, 2012) que en

muchos casos éxitos han aumentado la competitividad empresarial y sectorial.

Los agronegocios no han sido ajenos a esta evolución de hipercompetencia global dirigida hacia productos de mayor transformación y valor agregado. La especie *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.D. de Juss.) Muell.-Arg., es la principal fuente de caucho natural del mundo (De Paiva et al., 1994). A su vez, este producto es considerado materia prima estratégica para el progreso de la humanidad "insustituible" para más de 5000 referencias industriales (Silva et al., 2010).

Según Bulletin (2018), la producción mundial de caucho natural en 2016 fue de 12.451 millones de toneladas y el déficit de caucho natural fue de -135 millones de toneladas. Todos los países presentan una balanza deficitaria respecto a su consumo principalmente porque la producción es muy inferior a la demanda. Los principales productores a nivel mundial se concentran en el sudeste Asiático con una participación del 77%, los cinco mayores productores son Tailandia (35,14%), Indonesia (23,16%), Malasia (8,91%) y China (7,24%) pero en cuando se revisa el total del continente asiático es del 93% del caucho producido en el mundo. América Latina aporta el 2% del total de los cuales Brasil participa con 1,25%; otros países como Guatemala, México, Bolivia y Ecuador, en conjunto participan con 1,2%. La FAO no reporta datos para la producción de Colombia, pero según el Ministerio de Agricultura de Colombia en el 2015 el área cultivada fue de más de 58 mil hectáreas con un 20% en etapa productiva que aporta cerca de 5 mil toneladas de caucho natural cubriendo solamente el 20% de la demanda nacional y el 80% es cubierto principalmente por importaciones de Brasil y Guatemala. De acuerdo al censo cauchero de 2015 se esperaba que en el 2017 se los cultivos en etapa productiva podrían satisfacer la demanda nacional, reduciendo las importaciones en 17 mil toneladas por año (MADR, 2016).

El caucho natural puede comercializarse como: látex concentrado al 60% el cual se usa en estado líquido para poder usarlo como materia prima; y el caucho en forma sólida que tiene varias presentaciones como láminas, crepes y gránulos. El caucho natural en Colombia se utiliza en la producción de diversos artículos dentro de los cuales sobresalen: Llantas neumáticas, reencauche de llantas, guantes, impermeables, autopartes, artículos deportivos, manqueras, perfiles, borradores, tapetes, bandas transportadoras, suelas, pegantes y cauchos especiales para la industria de alimentos y la ingeniería.

Son diversas las investigaciones que buscan aumentar la competitividad, la productividad y la eficiencia en el cultivo de caucho (Joseph et al., 2018; Martínez-Hernández et al., 2018; R. M. B. Moreno et al., 2005; Nabayi et al., 2018) pero a nivel empresa son limitados los estudios que tienen el propósito de evaluar el nivel eficiencia entre empresas y regiones.

1.1. La Cadena Productiva del Caucho en Colombia

La cadena comprende desde los proveedores de materia prima e insumos pasando por los cultivadores de árboles de caucho, hasta diferentes procesos como: la recolección, el filtrado, la acidificación, la coagulación, el laminado, secado y empaque del látex (beneficio), hasta obtener el caucho natural. Adicionalmente, la cadena comprende todos los procesos e industrias que requieren de esta materia prima (Espinal et al., 2005). En esta agroindustria se encuentran los fabricantes de llantas y los fabricantes de productos de látex que entregan la materia prima a los comercializadores, grandes superficies, servitecas, detallistas que llegan hasta el consumidor final, este último siendo el proveedor de caucho recuperado para las empresas reencauchadoras y fábricas de otros artículos de caucho recuperado.

La Cadena Productiva del Caucho Natural en Colombia como gremio está constituida desde el 2002 y la integra el sub gremio nacional de asociaciones regionales, los comercializadores y la industria, representada por Sempertex, Eterna, Goodyear y Eslatex. Los productos principales son látex crudo, coágulo, lámina, ripio, caucho crepé y cauchos Técnicamente Especificados (TSR-20), el destino de la producción es la pequeña y mediana empresa nacional (MADR, 2016).

En el sector privado se encuentran la mayoría de stakeholders para el caucho. Por una parte, los productores que conforman diferentes formas asociativas tales como: la Confederación Cauchera Colombiana, ASOHECA, PROCAUCHO, HEVEAORINOQUÍA,

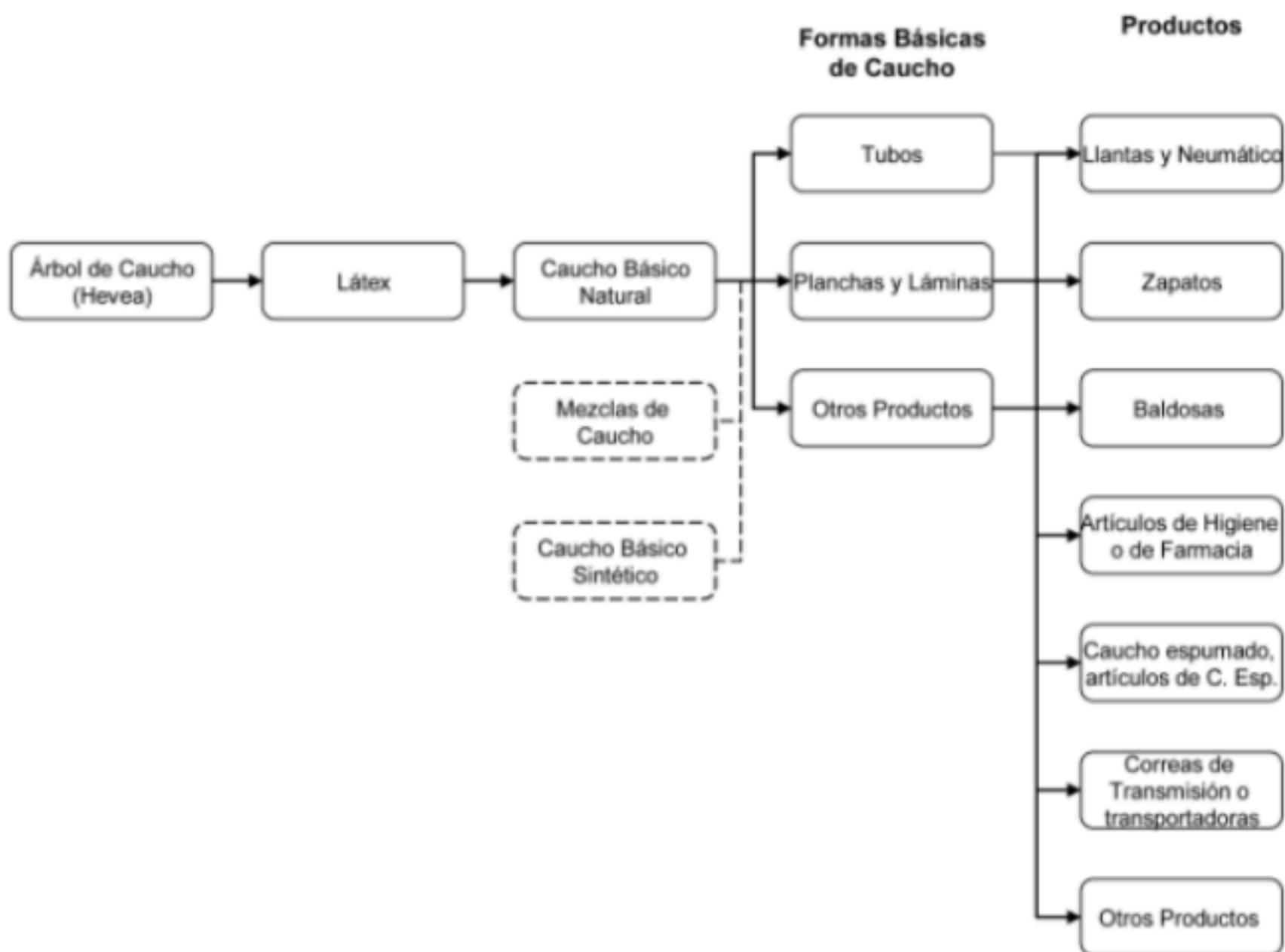
ASOPROCAUCHO – Comité Regional de Antioquia, HEVEANCOR, Mavalle, Prohaciendo, Asocap, entre otros, se agrupan como productores de caucho en diferentes municipios de Colombia aunque según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia MADR (2012), la mayor producción de caucho natural a nivel nacional se encuentra en primer lugar por el departamento del Meta con 18.498,30 ha que representa el 35,42% del área plantada en Colombia, le siguen Vichada con 9.850,30 ha (18,86%), Santander con 7.923,90 ha (15,17%), Caquetá con 4.471,90 ha (8,56%) y Antioquia 3.755,90 ha (7,19%). El departamento de Santander, es el de mayor cobertura social con 1.259 productores que representan el 21,4% de la totalidad de productores nacionales (MADR, 2012).

Según el MADR (2016), cada cuatro (4) hectáreas del cultivo de caucho generan 1 empleo directo y 3 indirectos anualmente, lo que significa que 58.000 hectáreas de caucho generan un total de 14.500 empleos directos y 43.500 empleos rurales indirectos.

Existen diferentes plantas que segregan látex pero ninguna con la suficiente calidad y cantidad como el árbol de caucho, el látex obtenido del proceso de sagrado de los árboles es procesado en diferentes formas y productos como se puede observar en la Gráfica 1.

Gráfica 1

Estructura de la cadena de caucho. Fuente: (Espinal et al., 2005)



En el mercado internacional los diferentes tipos de caucho natural son demandados según la calidad bajo un estándar de clasificación llamado RMA [3] son cauchos que se comercializan bajo especificaciones técnicas, *Technicaly Specified Rubber* o TSR y por su grado se clasifica 5, 10, 15,20 y 50 siendo 5 el mejor grado ya que contiene menos de 0.05% de impurezas y su color es el más claro.

1.2. Estructura empresarial del sector del Caucho en Colombia.

El caucho producido en Colombia es aprovechado principalmente por la pequeña y mediana industria conformada en su mayoría por industrias de autopartes, mangueras y pegantes,

entre otros. Por otra parte, según MADR (2012), las empresas grandes utilizan en gran parte caucho natural importado requerido para la fabricación de guantes (342 empresas identificadas en Colombia), globos (segmento liderado por Sempertex con sede en Barranquilla que demanda cerca de 140 toneladas de látex centrifugado) y llantas (Goodyear Michélin, con plantas de producción en Colombia).

El Sector de Transformados del Caucho y del Látex está dividido en dos segmentos de actividad claramente diferenciados. Un segmento dedicado a la fabricación de neumáticos y autopartes, con una dimensión empresarial de neto predominio sobre el conjunto del sector. El otro segmento comprende un conglomerado de productos de variada naturaleza: artículos del caucho moldeados, extruidos y calandrados y productos derivados del látex que, en conjunto, tienen su destino en multitud de sectores como son: la automoción, el calzado, la construcción, los electrodomésticos y la industria en general. Este segmento presenta un mayor grado de dispersión geográfica y una mayor atomización. Según Andrade Caballero et al. (2005), los productos elaborados con caucho natural como materia prima se agrupan de la siguiente manera:

-Industria de llanteras: Producen llantas convencionales, radiales, neumáticos, vulcanización y reencauche

-Industria de llanteras: Producen llantas convencionales, radiales, neumáticos, vulcanización y reencauche

-Artículos de caucho de alta tecnología: Son exigentes con los estándares de calidad del caucho para producir artículos médicos y farmacéuticos, piezas de ingeniería, artículos deportivos y balones profesionales

-Artículos de caucho de baja tecnología: Poseen características estandarizadas, materias primas y formulaciones claramente definidas por la experiencia, tiempos y temperaturas conocidos. Algunos son suelas estándares para zapatos, bolsas para hielo y agua, ruedas para carretillas.

En Colombia existen tres plantas de caucho técnicamente especificado que son: La planta de la Compañía Cauchera Colombiana S.A, de capital mixto ubicada en el departamento de Santander la cual pretende, donde se produce el caucho con estándares TSR para la industria de autopartes, llanteras, pegantes, entre otros. La planta de Mavalle S.A, en departamento del Meta en asocio con Icollantas S.A. para producir caucho especialmente para la industria de llantas. La planta Asoheca, ubicada en el departamento del Caquetá, especializada en estándar TSR-20. Las tres plantas son suficientes para abastecer el mercado nacional y buscar la apertura de mercados internacionales. Actualmente, se buscan alianzas para que la empresa Goodyear aumente la compra del TSR colombiano ya que gran parte del caucho utilizado es importado.

La actividad más importante a nivel de consumo la constituye la fabricación de llantas, con un 67%, seguida por la fabricación de productos a partir de látex que corresponden a un 11%. El 8% del caucho natural producido en el mundo es usado en la industria automotriz (elaboración de autopartes) y un 5% se utiliza en la fabricación de calzado. Finalmente, tanto la industria de adhesivos como la industria médica utilizan caucho natural en proporciones del 3% y 2% respectivamente. Por otro lado, el 35% del látex producido es consumido por la industria de fabricación de guantes de uso doméstico e industrial, seguido por la fabricación de los guantes quirúrgicos cuya proporción de consumo corresponde al 15% (Castellanos et al., 2009).

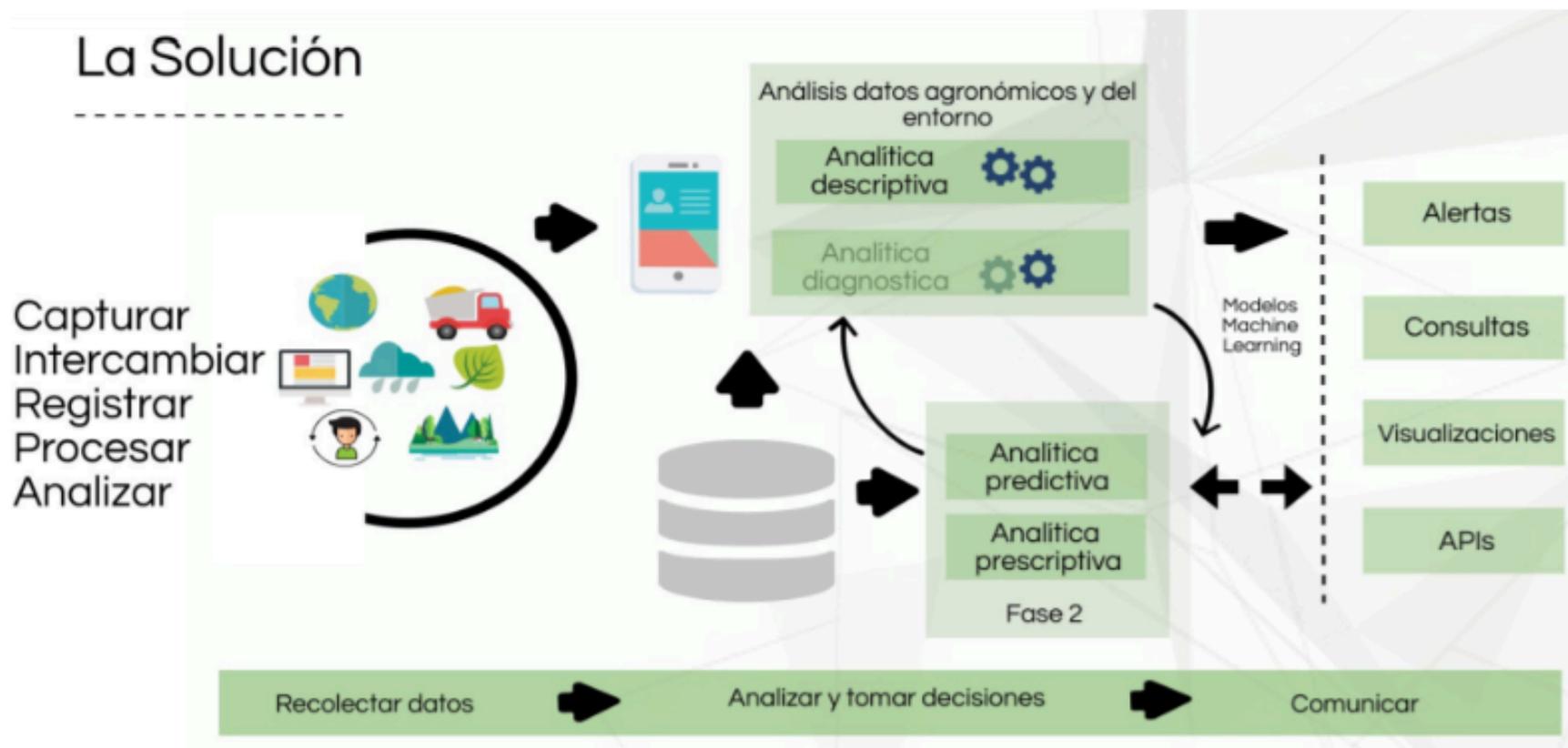
1.3. Oportunidades para la mejora de la competitividad del caucho

Son diversas las iniciativas que intentan mejorar la productividad y competitividad en el sector agropecuario en Colombia, desde acciones para mejorar el potencial productivo agrícola hasta acciones para priorizar la capacidad de la cadena productiva por regiones.

Una de las iniciativas que aporta a múltiples sectores económicos son las relacionadas con el desarrollo, uso y adopción de las TIC en el sector agrícola y agroindustrial, en este sentido el

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) de Colombia en alianza con RENATA lanzó la convocatoria pública N° 2 de 2017 TIC y Agro, que tenía el propósito de “seleccionar soluciones tecnológicas innovadoras que favorezcan la productividad y el desarrollo sostenible del sector agropecuario y agroindustrial del país a partir de la conformación de alianzas estratégicas entre el sector de TI, agro y la academia”. Producto de esta convocatoria se favoreció la solución SipCaucho (sistema de información a productores de caucho), desarrollada por la alianza TICXAR – PROCAUCHO – Universidad Autónoma de Bucaramanga que tenía como propósito “desarrollar una Solución de TI que permita gestionar el flujo de datos y habilitar su análisis oportuno y veraz acerca de aspectos agronómicos y del entorno de producción para contribuir al proceso de toma de decisiones gerenciales de los productores nacionales de caucho y permita mejorar su productividad y su competitividad”, la herramienta desarrollada según TICXAR et al. (2017), consta de un sistema que permite la captura, el intercambio de datos, el registro y procesamiento de información relacionada con el estado de las plantaciones de caucho, sus condiciones agroecológicas, fitosanitarias y del entorno, así como las actividades conexas relacionadas con los costos de producción, materiales y equipos empleados durante todo el proceso de producción de caucho para su posterior análisis y apoyo por parte de su propia organización como lo es PROCAUCHO en la toma de decisiones, de tal forma que permitan ejecución de acciones rápidas encaminadas a por ejemplo, prevenir pérdidas de tiempo y recursos, identificar prácticas y condiciones favorables (y desfavorables) para mejorar la calidad del producto, reducir sus pérdidas, optimizar los tiempos de entrega al mercado y en general mejorar la productividad y competitividad de los agentes involucrados (Productores de Caucho) ver Gráfica 2.

Gráfica 2
Modelo de solución TI Sipcaucho



Fuente: (TICXAR et al., 2017)

Adicionalmente, Sipcaucho permite controlar la gestión del proceso productivo del caucho se espera que a mediano plazo mejore la productividad y calidad del caucho y sirva de insumo para la generación de modelos autóctonos de adopción de procesos y herramientas tecnificadas por los productores de caucho a nivel nacional.

1.4. Importancia en la medición de la eficiencia empresarial.

La mayoría de la literatura relacionada con la medición de la eficiencia económica ha basado su análisis en métodos fronterizos paramétricos o no paramétricos (Emrouznejad et al., 2008; Emrouznejad et al., 2018; Lampe et al., 2015; Murillo-Zamorano, 2004).

Son diversas las investigaciones con el propósito de analizar la eficiencia y la productividad mediante Data Envelopment Analysis (DEA) en diferentes sectores como: educación, salud (Jia et al., 2017), manufactura y agroindustria (Aramyan et al., 2006; Berre et al., 2017; Davidova et al., 2007; Esfahani et al., 2017; Galluzzo, 2018; Kuchhal et al., 2016; Mareth et al., 2016; Nowak et al., 2015; Padilla-Fernandez et al., 2009; Pongpanich et al., 2017; Rezitis et al., 2016; Thiam et al., 2001; Watto et al., 2015), entre otros. La aplicación de esta técnica de análisis en el sector de caucho es muy escasa, por lo tanto la novedad de esta investigación para el sector.

Mayorga et al. (2015), analizaron la productividad de las Pymes del sector caucho y plástico de Bogotá D.C. encontrado que la falta de competitividad, se deriva principalmente del bajo nivel productivo de la industria, problemas de distribución y comercialización y deficiente direccionamiento estratégico de las empresas. Por lo tanto, se requieren nuevas estrategias para mejorar la productividad, la competitividad de los sectores para poder aprovechar las oportunidades que se presentan en el mercado.

Galluzzo (2018), realizó un estudio para estimar la eficiencia técnica en granjas búlgaras para el periodo 2015-2017 encontrando que los subsidios financieros asignados por la Política Agrícola Común han tenido un impacto positivo en los agricultores aumentando la eficiencia técnica y disminuyendo la marginación socioeconómica de las zonas rurales búlgaras. Por todo lo anterior el propósito de esta investigación fue evaluar la eficiencia de las empresas agroindustriales del sector de caucho en Colombia durante el periodo 2015-2017 mediante un análisis envolvente de datos DEA.

2. Metodología

Para estimar la eficiencia de las empresas del sector de fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho se utilizó la eficiencia mediante Data Envelopment Analysis (DEA) orientado al output. La metodología DEA es la técnica no paramétrica utilizada para medir la eficiencia en un sector a partir de la evidencia de diferentes factores. La técnica DEA fue desarrollada a finales de los años setenta por Charnes et al. (1978) partiendo de las bases establecidas por Farrell (1957). Básicamente permite estimar una frontera de producción a partir de combinaciones lineales de las mejores prácticas observadas y calcular la ineficiencia de una observación como la distancia a dicha frontera. La eficiencia técnica (ET) orientada al output se refiere a la capacidad de una empresa para obtener un máximo volumen de producción dados determinados inputs, una empresa es técnicamente eficiente cuando no es posible reducir la cantidad utilizada de un input sin aumentar la cantidad de otro, o sin reducir el volumen de algún output.

Consideramos un panel de $j = 1, \dots, J$ empresas, y $t = 1, \dots, T$ periodos de tiempo. En cada periodo de tiempo las empresas utilizan inputs para producir outputs. La tecnología contemporánea del año t se construye tomando como referencia las observaciones correspondientes al año t , es decir, $t = 1, \dots, T$. Para el sector de palma se construyó, una tecnología global (o intertemporal), tomando como conjunto de referencia todas las observaciones a lo largo de todos los periodos de tiempo considerados, y se define como

Para evaluar la eficiencia resolvemos el siguiente programa de programación lineal para cada una de las empresas:

$$\begin{aligned}
& \underset{\theta, z}{\text{Max}} \theta \\
& \text{subject to} \\
& \sum_{j=1}^J \sum_{s=t}^T \lambda_j^S X_{ij}^S \leq X_{ij}^S \quad i=1, \dots, M \\
& \sum_{j=1}^J \sum_{s=t}^T \lambda_j^S Y_{nj}^S \geq \theta Y_{nj}^t \quad n=1, \dots, N \\
& \sum_{j=1}^J \sum_{s=t}^T \lambda_j^S = 1 \\
& z_j^S \geq 0 \quad j=1, \dots, J, s=t, \dots, T
\end{aligned}$$

Ecuación.[1]. Programación lineal para cada una de las empresas

El programa [1] calcula la eficiencia como la expansión radial posible de los outputs de una empresa, dada la cantidad de inputs utilizados. Si $\theta = 1$, la empresa en cuestión es eficiente, por el contrario, si $\theta < 1$ la empresa en cuestión es ineficiente.

La restricción es la que permite calcular la eficiencia bajo el supuesto de rendimientos variables de escala (Banker *et al.*, 1984), se trata por tanto del modelo BCC orientado al output. Para determinar si hay diferencias significativas entre las regiones se utilizó una prueba de comparación de medias a través de ANOVA.

2.1. Datos y variables

Para este estudio se utilizaron 2 grupos de empresas, en el primer grupo se utilizó muestra 27 empresas del sector de Fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho. Para la estimación de la eficiencia la variable de output (y) son las ventas. Los inputs (x) son activo fijo, inventario, costo de venta, gastos generales y de administración y gastos de ventas.

En el segundo grupo de empresas se utilizó una muestra de 7 empresas dedicadas a la fabricación de llantas y neumáticos de caucho así como el reencauche de llantas usadas. En este modelo de eficiencia la variable de output (y) son las ventas. Los inputs (x) son activo fijo, costo de venta y gastos generales y de administración.

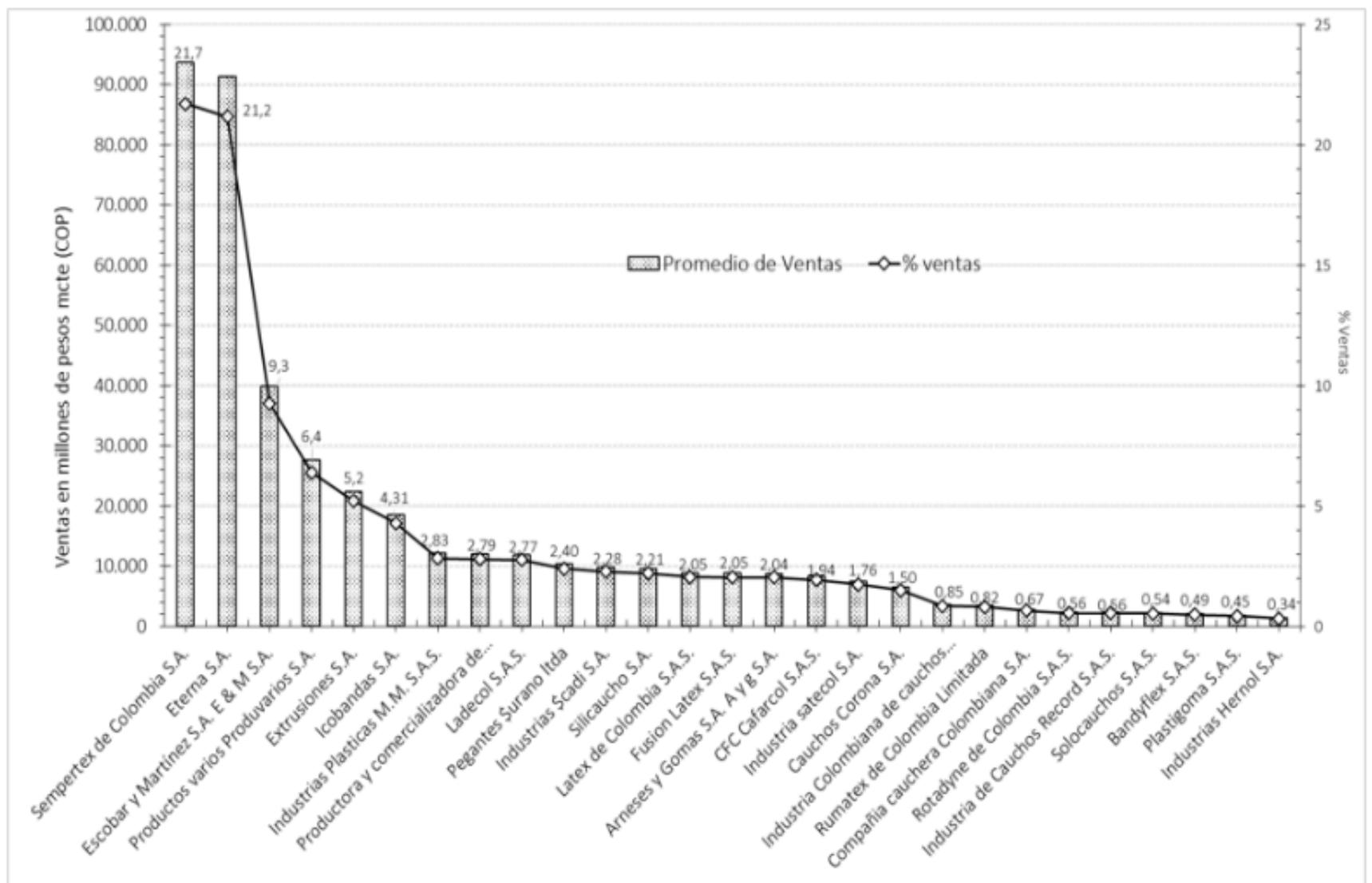
3. Resultados

3.1. Eficiencia para el sector de fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho

La Figura 1 presenta las ventas promedio y el porcentaje de ventas de las empresas del sector para el periodo 2015-2017. El sector de Fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho es concentrado debido a que un 63.8% de las ventas totales del sector lo componen 5 empresas mientras que el 36.2% lo integran 21 empresas. El top 5 está formado por las empresas Sempertex de Colombia con un S.A. con 21.7%, Eterna S.A. con 21. R & M S.A. con 9.3%, Productos varios Produvarios S.A. con 6.4%, y Extrusiones S.A con 5.2%.

Figura 1

Promedio ventas sector de Fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 se muestra los resultados de eficiencia técnica (ET) y eficiencia de escala (EE) media para el periodo 2015-2017. En general las empresas del sector de Fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho presentan niveles de eficiencia técnica y de escala superiores. La EE registró un promedio de 0.99 mientras que el promedio de ET fue de 0.96.

En ET a partir del año 2015 hasta el año 2017 se evidenció una tendencia decreciente en los niveles anuales de eficiencia pasando de 0.97 en 2015, a 0.96 en 2016 y 0.94 en 2017. En EE no se presentó mayores cambios en el tiempo los valores de EE oscilaron entre 0.99 y 0.98.

Al tener en cuenta las medias de ET por región y por periodo se encontró que Bogotá con 0.98 y Cauca 0.98 fueron las regiones con niveles de ET más altos. No obstante, se evidenció una tendencia decreciente en los niveles de ET entre los años 2015-2017 especialmente en las regiones de Antioquia, Cauca, Cundinamarca y Valle del Cauca. La región con mayores pérdidas de ET fue Cundinamarca que disminuyó un -11.5% pasando en 2015 de 1.0 a 0.88 en 2017, seguido de Valle del Cauca y Cauca con disminuciones de ET del -8.9% y -5.1% respectivamente. Por su parte Santander con un incremento del 14.7% fue la región que más aumento sus niveles de ET en el tiempo pasando de en 2015 de 0.82 a 0.94 en 2017.

En la prueba de ANOVA no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las ocho regiones, para el modelo el valor-P (0.088) de la razón-F (1.88) es mayor que 0.05, con un nivel del 95.0% de confianza. Mientras para EE Atlántico, Cauca y Cundinamarca presentaron los mejores resultados. En cuanto a EE por regiones no se presentan grandes cambios en el tiempo, las empresas presentan levemente mejores niveles de EE frente a ET. La prueba ANOVA evidenció el valor-P (0.552) de la razón-F (0.84) por tanto no hay diferencias estadísticamente entre las ocho regiones.

Tabla 1

Eficiencia técnica y eficiencia de escala por regiones sector de Fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho

Regiones	Eficiencia Técnica				Eficiencia de escala			
	2015	2016	2017	Media ET	2015	2016	2017	Media EE
Antioquia	0,98	0,97	0,94	0,97	1,00	0,99	0,98	0,99
Atlántico	0,99	0,95	0,98	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00
Bogotá D.C	0,98	0,97	0,97	0,98	0,98	0,96	0,98	0,97
Caldas	0,97	0,98		0,97	0,99	1,00		0,99
Cauca	1,00	1,00	0,95	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00
Cundinamarca	1,00	0,94	0,89	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00
Santander	0,82	0,90	0,94	0,88	0,97	0,99	1,00	0,98
Valle del Cauca	0,97	0,96	0,88	0,94	0,99	0,99	0,99	0,99
Media Anual	0,97	0,96	0,94	0,96	0,99	0,98	0,99	0,98

La Tabla 2 presenta los resultados de ET y EE para las ocho regiones evaluadas. Las regiones con mayor número de empresas son Bogotá, Antioquia, Atlántico y Valle del Cauca. Por término medio 11 de las 27 empresas formaron la frontera de eficiencia ET, estas fueron: por Antioquia las empresas Cauchos Corona S.A., Extrusiones S.A. y Silicaucho S.A. Por Atlántico la empresa Sempertex de Colombia S.A. Por Bogotá las empresas Bandyflex S.A.S., Escobar y Martínez S.A. E & m S.A., Eterna S.A. e Industrias Hernol S.A. Por Caldas la empresas Plastigoma S.A.S. Por Santander la empresa Industria de cauchos record S.A.S., y por Valle del Cauca la empresa Fusión látex S.A.S.

A nivel de empresa se comprobó la misma tendencia decreciente en los niveles de ET entre los años 2015-2017 que a nivel regional, 13 de las 27 empresas presentaron disminuciones en los valores de ET. Las empresas que registraron las pérdidas más fuertes fueron: con -17.5% Productora y comercializadora de productos de látex S.A.S., pasando en 2015 de 1.0 a 0.85 en 2017 debido principalmente a un crecimiento de los activos fijos y a una disminución de las ventas, con -13.0% Pegantes Urano Ltda pasando en 2015 de 1.0 a 0.89 en 2017 ocasionado por los activos fijos y los gastos de ventas, con -8.8% Productos varios Produvarios S.A. y CFC Cafarcol S.A.S pasando en 2015 de 1.0 a 0.92 en 2017.

Tan solo 2 de las 27 empresas incrementaron la ET, la empresa con mayor crecimiento fue la empresa Compañía Cauchera Colombiana S.A., con un 31.8% pasando de 0.64 en 2015 a 0.94 en 2017 es coherente con las políticas implementadas por la empresas del sector de economía campesina organizados en más de siete asociaciones de pequeños productores caucheros municipales y departamentales como la Asociación de Heveicultores de Santander, Cesar y Caldas entre otra y a las necesidades en el sector agroforestal-cauchero de la región de Santander y Magdalena Medio Colombiano, con un enfoque integral de desarrollo agroindustrial y con unos servicios claros de asistencia técnica en cultivos, beneficio y calidad del caucho, así como en administración de procesos del agronegocio empresarial cauchero, en aras de mejorar y de aumentar el valor agregado, para lograr así la estandarización de los productos de cauchos secos y látex y proveer a los mercado nacionales e internacionales, los resultados se debieron principalmente a un crecimiento consecutivo en las ventas, no obstante es necesario que optimice la utilización de los activos fijos, inventarios y los gastos generales y de administración para llegar a la frontera de eficiencia. La empresa Ladecol S.A.S. mejoró un 10.9% pasando de 0.89 en 2015 a 1.0 en 2017 generado por el crecimiento de las ventas y la optimización de todos los insumos

Tabla 2
Eficiencia Técnica y eficiencia de Escala sector de Fabricación
de formas básicas de caucho y otros productos de caucho

Empresa	Eficiencia Técnica				Eficiencia de Escala			
	2015	2016	2017	Media ET	2015	2016	2017	Media EE
ANTIOQUIA								
Cauchos Corona S.A.	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,97	0,99
Extrusiones S.A.	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,96	0,99
Industrias Cadi S.A.	1,00	1,00	0,96	0,99	1,00	1,00	0,98	0,99
Industrias Plasticas m.m. S.A.S.	0,89	0,87	0,85	0,87	0,99	0,97	0,98	0,98
Productora y comercializadora de productos de latex S.A.S.	1,00	0,96	0,85	0,94	0,98	0,95	1,00	0,98
Silicaucho S.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
ATLÁNTICO								
Latex de Colombia S.A.S.	0,96	0,94	0,96	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00
Rumatex de Colombia limitada	1,00	0,90		0,95	1,00	1,00		1,00
Sempertex de Colombia S.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BOGOTÁ D.C								
Arneses y gomas s.a. Ay g S.A.	1,00	0,99	0,94	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00
Bandyflex S.A.S.	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00
CFC cafarcol S.A.S.	1,00	0,91	0,92	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00
Escobar y Martínez s.a. E & m S.A.	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,98	0,98	0,99
Eterna S.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	0,92	0,92	0,92
Industria Colombiana de cauchos S.A.S	0,96	0,93		0,94	0,97	1,00		0,99
Industrias Hernal S.A.	1,00	1,00		1,00	0,93	0,75		0,84
Ladecol S.A.S.	0,89	0,96	1,00	0,95	1,00	0,99	1,00	1,00
Rotadyne de Colombia S.A.S.	1,00	0,97		0,98	1,00	1,00		1,00

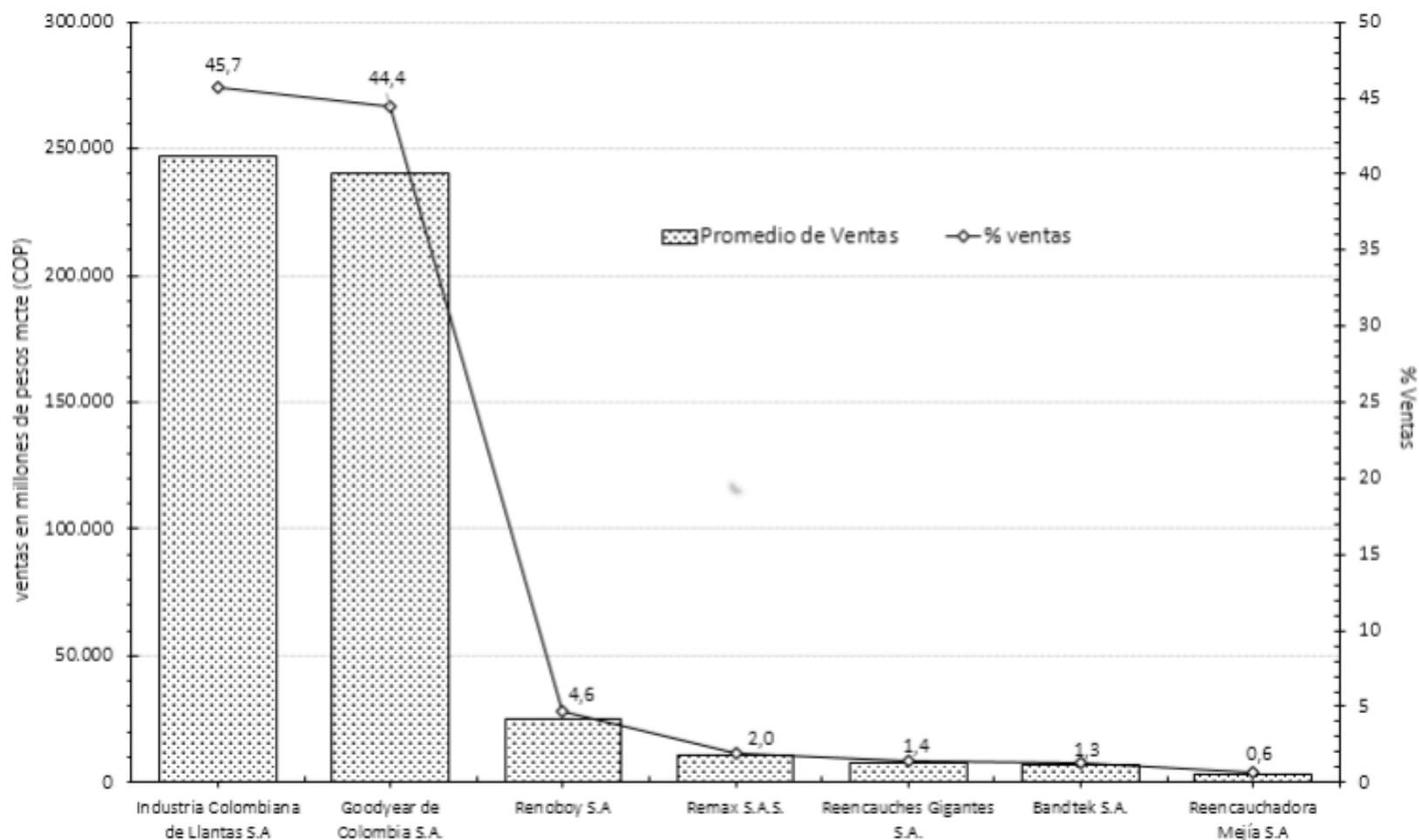
CALDAS								
Plastigoma S.A.S.	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00
Solocauchos S.A.S.	0,93	0,96		0,95	0,98	1,00		0,99
CAUCA								
Icobandas S.A.	1,00	1,00	0,95	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00
CUNDINAMARCA								
Pegantes Urano Ltda	1,00	0,94	0,89	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00
SANTANDER								
Compañía Cauchera Colombiana S.A.	0,64	0,80	0,94	0,80	0,94	0,97	1,00	0,97
Industria de cauchos record S.A.S.	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00
VALLE DEL CAUCA								
Fusión látex S.A.S.	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00
Industria satecol S.A.	0,91	0,88	0,85	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00
Productos varios Produvarios S.A.	1,00	1,00	0,92	0,97	0,98	0,96	0,97	0,97
Total general	0,97	0,96	0,94	0,96	0,99	0,98	0,99	0,98

3.2. Eficiencia para el sector de fabricación de llantas y neumáticos de caucho y el reencauche de llantas usadas.

El sector de presenta un alto grado de concentración debido a que un 90,1% de las ventas totales del sector lo tienen 2 empresas Industria Colombiana de Llantas S.A con un 45.7% y Goodyear de Colombia S.A. on un 44.4% (Figura 2).

Figura 2

Promedio ventas sector fabricación de llantas y neumáticos de caucho así como el reencauche de llantas usadas.



La Tabla 3 presenta los resultados para las 4 regiones donde se encuentran ubicadas las empresas dedicadas a la fabricación de llantas y neumáticos de caucho así como el reencauche de llantas usadas. Por término medio las empresas presentaron niveles de eficiencia técnica y de escala superiores. La ET alcanzó un promedio de 0.94 mientras que el promedio de EE fue de 0.92.

En ET los valores de eficiencia fueron constantes en el tiempo 0.94, mientras que en EE la tendencia fue creciente pasando de 0.89 en 2015 a 0.93 en 2017. Al tener en cuenta las medias de ET por región y periodo encontramos que Antioquia presentó los valores más altos. Al igual que en el análisis anterior se evidencia una disminución en los niveles de ET entre los años 2015-2017 especialmente en las regiones de Cundinamarca y Valle del Cauca. Mientras que Bogotá presentó un crecimiento en el tiempo pasando de 0.94 en 2015 a 0.98 en 2017.

Tabla 3

Eficiencia técnica y eficiencia de escala por regiones sector fabricación de llantas y neumáticos de caucho así como el reencauche de llantas usadas

Región	Eficiencia Técnica				Eficiencia de Escala			
	2015	2016	2017	Media ET	2015	2016	2017	Media EE
Antioquia	1,00	0,99	1,00	1,00	0,94	0,99	0,88	0,95
Bogotá D.C	0,94	0,97	0,98	0,96	0,93	0,96	0,98	0,96
Cundinamarca	0,85	0,77	0,84	0,82	0,90	0,86	0,92	0,90
Valle del Cauca	0,93	0,96	0,85	0,91	0,64	0,83	0,81	0,76
Media anual	0,94	0,94	0,94	0,94	0,89	0,94	0,93	0,92

Las regiones con mayor número de empresas son Bogotá y Antioquia. Las empresas más eficientes fueron Reencauchadora Mejía S.A., Reencauches Gigantes S.A., Industria Colombiana de Llantas S.A y Renovadora de llantas s.a. Renoboy S.A. Para 4 de las 9

empresas se evidenció un incremento en los niveles de ET entre los años 2015-2017. Las empresas con mayor crecimiento fueron Remax S.A.S. con 6,02% y Renovadora de llantas s.a. con 3.8%. Mientras que Goodyear de Colombia S.A con 10.1% registro la pérdida más fuerte en ET pasando en 2015 de 0.93 a 0.85 en 2017 debido principalmente a un crecimiento de los activos fijos y los gastos generales y de administración así como a una disminución en las ventas. En general las empresas se están viendo más afectadas en la EE que en ET (véase Tabla 4).

Tabla 4
Eficiencia técnica y eficiencia de escala por empresas sector fabricación de llantas y neumáticos de caucho así como el reencauche de llantas usadas

Regiones	Eficiencia Técnica				Eficiencia de Escala			
	2015	2016	2017	Media ET	2015	2016	2017	Media EE
ANTIOQUIA								
Reencauchadora Mejía S.A.	1,00	1,00		1,00	0,88	1,00		0,94
Reencauches Gigantes S.A.	1,00	0,98	1,00	0,99	0,99	0,98	0,88	0,95
BOGOTÁ D.C								
Industria Colombiana de Llantas S.A	0,97	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
Remax S.A.S.	0,89	0,92	0,95	0,92	0,85	0,95	0,98	0,93
Renovadora de llantas s.a. Renoboy S.A.	0,96	0,98	0,99	0,98	0,95	0,95	0,97	0,95
CUNDINAMARCA								
Bandtek S.A.	0,85	0,77	0,84	0,82	0,90	0,86	0,92	0,90
VALLE DEL CAUCA								
Goodyear de Colombia S.A.	0,93	0,96	0,85	0,91	0,64	0,83	0,81	0,76
Total general	0,94	0,94	0,94	0,94	0,89	0,94	0,93	0,92

4. Conclusiones

La Agroindustria del Caucho a través de procesos de fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho en el mundo sigue mostrando un gran dinamismo. Colombia por sus condiciones edafoclimáticas cuenta con las condiciones apropiadas para el desarrollo del cultivo y de esta manera poder suplir la demanda doméstica y poder competir a nivel internacional con calidad.

En términos generales la eficiencia empresarial de las empresas del sector cauchero en Colombia es mejorable. Los datos extraídos de este estudio indican que aún queda mucho por hacer sobre todo en lo que se refiere a la capacidad de disponer de activo fijo, inventario, costo de venta, gastos generales y de administración y gastos de ventas para

conseguir un objetivo de ventas con el mínimo recurso disponible.

Las regiones de Colombia cuentan con tanto con cultivos de caucho como las empresas dedicadas a la transformación de la materia prima, localizados en diferentes regiones geográficas, que desde el punto de vista logístico puede aumentar la competitividad.

Las empresas ubicadas en las regiones de Bogotá y Cauca presentaron niveles de eficiencia sobresalientes, cuando una empresa alcanza la eficiencia, su principal propósito y prioridad debe ser mantenerse y seguir creciendo.

Los indicadores de eficiencia técnica y de escala son satisfactorios debido a que los resultados son superiores al 80% sin embargo, se encontró una tendencia decreciente con el paso del tiempo señal de alarma para las empresas caucheras, ocasionado principalmente por el manejo de los activos fijos e inventarios.

El mayor crecimiento se presentó la empresa Compañía Cauchera Colombiana S.A. y la empresa Ladecol S.A.S.

Son diversas las empresas que requieren que los eslabones de la cadena del caucho y plantas industriales de producción tanto de Látex centrifugado como las empresas que industrializan hilos de caucho o las empresas que requieren de la producción de reciclaje de caucho, sean eficientes por tanto se requiere del compromiso de todas las partes y el diseño de estrategias en todos los niveles de la cadena.

Referencias bibliográficas

Andrade Caballero, A. M., & Prada Ardila, L. A. (2005). *Diseño básico de una planta procesadora de latex de caucho natural para diferentes capacidades de producción*. (Ingeniera Química), Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

Aramyan, L. H., Ondersteijn, C. J., Lansink, A. G., van Kooten, O., & Wijnands, J. H. (2006). Analyzing greenhouse firm performance across different marketing channels. *Agribusiness*, 22(2), 267-280.

Berre, D., Corbeels, M., Rusinamhodzi, L., Mutenje, M., Thierfelder, C., & Lopez-Ridaura, S. (2017). Thinking beyond agronomic yield gap: Smallholder farm efficiency under contrasted livelihood strategies in Malawi. *Field Crops Research*, 214, 113-122.

Bulletin, R. S. (2018). Statical Summary of World Ruber Situation. from http://www.rubberstudy.com/documents/WebSiteData_Feb2018.pdf

Casson, M. (2012). *Multinationals and world trade: Vertical integration and the division of labour in world industries*: Routledge.

Castellanos, D., Fonseca, R., & Barón, N. (2009). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural/Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, DC*, 209.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.

Davidova, S., & Latruffe, L. (2007). Relationships between technical efficiency and financial management for Czech Republic farms. *Journal of Agricultural Economics*, 58(2), 269-288.

De Paiva, J., Kageyama, P., Vencorsky, R., & Contel, P. (1994). Genetics of rubber tree (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell. Arg.). 1. Genetic variation in natural populations. 2. Mating system. *Silvae Genetica (Germany)*.

Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-economic planning sciences*, 42(3), 151-157.

Emrouznejad, A., & Yang, G.-I. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-economic planning sciences*, 61, 4-8.

Esfahani, S., Naderi Mahdei, K., Saadi, H., & Dourandish, A. (2017). Efficiency and Sustainability of Silage Corn Production by Data Envelopment Analysis and Multi-Functional

Ecological Footprint: Evidence from Sarayan County, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19, 1453-1468.

Espinal, C. F., Martínez Covaleda, H. J., Salazar Soler, M., & Barrios Urrutia, C. A. (2005). La cadena del caucho en Colombia: una mirada global de su estructura y dinamica 1991-2005: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MINAGRICULTURA.

Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.

>Galluzzo, N. (2018). A Non-Parametric Analysis of Technical Efficiency in Bulgarian Farms Using the FADN Dataset. *European Countryside*, 10(1), 58-73.

Jia, T., & Yuan, H. (2017). The application of DEA (Data Envelopment Analysis) window analysis in the assessment of influence on operational efficiencies after the establishment of branched hospitals. *BMC health services research*, 17(1), 265.

Joseph, K., Thapa, N., & Wicken, O. (2018). Innovation and natural resource-based development: case of natural rubber sector in Kerala, India. *Innovation and Development*, 8(1), 125-146.

Kuchhal, R., & Verma, A. (2016). Analysis of Indian Food Industry-a Global Perspective. *International Journal of Innovative Research and Development*, 5(7).

Lampe, H. W., & Hilgers, D. (2015). Trajectories of efficiency measurement: A bibliometric analysis of DEA and SFA. *European Journal of Operational Research*, 240(1), 1-21.

MADR. (2012). *Acuerdo sectorial de competitividad de la cadena productiva del caucho natural y su industria*. Bogotá: Cadena productiva del caucho natural y su industria, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

MADR. (2016). *Cadena de Caucho Natural. Indicadores e Instrumentos*.

Mareth, T., Thomé, A. M. T., Cyrino Oliveira, F. L., & Scavarda, L. F. (2016). Systematic review and meta-regression analysis of technical efficiency in dairy farms. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(3), 279-301.

Martinez-Hernandez, E., & Hernandez, J. (2018). Conceptualization, modeling and environmental impact assessment of a natural rubber techno-ecological system with nutrient, water and energy integration. *Journal of Cleaner Production*, 185, 707-722.

>Mayorga, S. J. Z., & Porras, J. J. A. (2015). Productividad de las PYMES, sector caucho y plástico de Bogotá DC. . *Económicas CUC*, 36(2).

Moreno, J. d. J., López, O., & Díaz Castro, J. (2014). Productivity, efficiency and the explanatory factors in the construction sector in Colombia 2005-2010. *Cuadernos de Economía*, 33(63), 569-588.

Moreno, R. M. B., Ferreira, M., Gonçalves, P. d. S., & Mattoso, L. H. C. (2005). Technological properties of latex and natural rubber of *Hevea brasiliensis* clones. *Scientia Agricola*, 62(2), 122-126.

Murillo-Zamorano, L. R. (2004). Economic efficiency and frontier techniques. *Journal of Economic surveys*, 18(1), 33-77.

Nabayi, A., Teh, C., Husni, M., & Sulaiman, Z. (2018). Plant Growth, Nutrient Content and Water Use of Rubber (*Hevea brasiliensis*) Seedlings Grown using Root Trainers and Different Irrigation Systems. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 41(1).

Nowak, A., Kijek, T., & Domańska, K. (2015). Technical efficiency and its determinants in the European Union agriculture. *Agricultural Economics–Czech*, 61(6), 275-283.

Padilla-Fernandez, M. D., & Nuthall, P. L. (2009). Technical efficiency in the production of sugar cane in central Negros area, Philippines: An application of data envelopment analysis. *J. Int. Soc. Se. Asian. Agric. Sci*, 15(1), 77-90.

Palmer, N. (2012). *Las TIC y la agricultura en el contexto del "Crecimiento verde"*. e-Agriculture.

Pongpanich, R., Peng, K.-C., & Maichum, K. (2017). The performance measurement of listed companies of the agribusiness sector on the stock exchange of Thailand. *Agricultural*

Economics (Zemědělská Ekonomika), 63(5), 234-245.

Rezitis, A. N., & Kalantzi, M. A. (2016). Investigating technical efficiency and its determinants by data envelopment analysis: An application in the Greek food and beverages manufacturing industry. *Agribusiness*, 32(2), 254-271.

Sanfiel Fumero, M. Á., & Pérez, A. M. G. (2003). *Estrategias de cooperación como origen de ventajas competitivas en la relación fabricante-distribuidor*. (Tesis Doctoral), Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.

Silva, J. Q., Gonçalves, P. d. S., Scarpate Filho, J. A., & Costa, R. B. d. (2010). Agronomical performance and profitability of exploitation systems in four rubber tree clones in São Paulo state. *Bragantia*, 69(4), 843-854.

Thiam, A., Bravo-Ureta, B. E., & Rivas, T. E. (2001). Technical efficiency in developing country agriculture: a meta-analysis. *Agricultural economics*, 25(2-3), 235-243.

TICXAR, PROCAUCHO, & UNAB. (2017). Solución de TI que permita gestionar el flujo de datos y habilitar su análisis oportuno y veraz acerca de aspectos agronómicos y del entorno de producción para contribuir al proceso de toma de decisiones gerenciales de los productores nacionales de caucho y permita mejorar su productividad y su competitividad. *Proyecto convocatoria pública N° 2 de 2017 TIC y Agro. MINTIC-RENATA*.

Watto, M. A., & Mugeru, A. W. (2015). Efficiency of irrigation water application in sugarcane cultivation in Pakistan. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(9), 1860-1867.

Agradecimiento a proyecto convocatoria pública N° 2 de 2017 MinTic-Renata, desarrollado por la alianza TICXAR – PROCAUCHO – Universidad Autónoma de Bucaramanga

1. Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, Grupo de Investigación GENIO. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Ph.D., en Tecnología, Calidad y Marketing en Industrias Agroalimentarias. m.mendoza@unab.edu.co

2. Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, Grupo de Investigación GENIO. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Ph.D., en Sistemas Flexibles en Dirección de Empresas. doliveros364@unab.edu.co

3. Las reglas y criterios de la clasificación son publicadas por *The Rubber Manufacturers Association* en el *Green Book*.

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 39 (N° 51) Año 2018

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]