

# **ESTUDIO AL SECTOR PALMERO EN COLOMBIA MEDIANTE MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA PARA EL PERIODO 2013-2018 ENFOCADO EN LA ZONA CENTRAL.**

28 de mayo de 2020

Nell Bladimir Chona Jauregui <sup>1/</sup>

[nchona@unab.edu.co](mailto:nchona@unab.edu.co)

[blachojaur@hotmail.com](mailto:blachojaur@hotmail.com)

---

**En el presente trabajo se realizó una investigación sobre el sector de aceites de origen palmero, tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de las empresas ubicadas en esta zona central de Colombia durante el periodo 2013-2018. El sector palmero de Colombia tuvo según Fedepalma (2018) una participación del 8% del PIB agrario en año 2018. Además, Colombia es el cuarto mayor productor de aceite de palma a nivel internacional. El estudio se logró mediante la recolección de información y el uso de la metodología DEA. Se utilizó un modelo BCC enfocado en las salidas. Como resultado se determinó al número de empleados y los gastos financieros como las causas más recurrentes de ineficiencia.**

---

**Palabras claves: Aceite de Palma, Eficiencia, DEA, crecimiento sectorial, agroindustria.**

**Clasificación JEL: C61, C65, M21.**

---

<sup>1/</sup> Nell Bladimir Chona Jauregui, estudiante de economía la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Artículo para optar al título de Economista. Agradecimientos a las profesoras Diana Oliveros y Yudy Gamboa.

# STUDY OF THE PALM SECTOR IN COLOMBIA BY MEASURING EFFICIENCY FOR THE 2013-2018 PERIOD FOCUSED ON THE CENTRAL ZONE.

28 May 2020

Nell Bladimir Chona Jauregui <sup>2/</sup>

[nchona@unab.edu.co](mailto:nchona@unab.edu.co)

[blachoaur@hotmail.com](mailto:blachoaur@hotmail.com)

---

**In this paper, a research was carried out on the palm oil sector, with the aim of evaluating the efficiency of the companies located in this central area of Colombia during the period 2013-2018. According to Fedepalma (2018), the palm sector in Colombia accounted for 8% of the agricultural GDP in 2018. In addition, Colombia is the fourth largest palm oil producer in the world. The study was achieved by collecting information and using the DEA methodology. A BCC model focused on outputs was used. As a result, the number of employees and the cost of funding were identified as the most recurrent causes of inefficiency.**

---

**Key words: Palm oil, efficiency, Data enveloping analysis, sectoral growth, agroindustry**

**JEL Clasifications: C61, C65, M21.**

---

<sup>2/</sup> Nell Bladimir Chona Jauregui, economics student at the Autonomous University of Bucaramanga. Article to apply for the title of Economist. Thanks to teachers Diana Oliveros and Yudy Gamboa.

## 1. Introducción

El sector de aceites de palma identificado con el código CIIU 1030 es relevante en la agroindustria colombiana. Este cuenta con importantes instituciones las cuales son claves para su crecimiento y desarrollo, como es el caso de Fedepalma, la institución gremial del sector palmero colombiano. También está la organización técnico-científica conocida como Cenipalma, la cual fomenta e incentiva la parte tecnológica en el cultivo, procesamiento y consumo de la palma de aceite (Cenipalma, 2020). Aunado a esto, existe un fondo para financiar proyectos y programas conocido como el FFP o Fondo de Fomento Palmero. En Colombia el cultivo de palma se encuentra dividido por zonas, las cuales son cuatro, la norte, la oriental, la suroccidental y en la que se enfocó este trabajo, la zona central. Estas cuatro zonas abarcan 20 de los 33 departamentos que conforman el país según los datos de Triana (2013).

El producto de origen palmero tiene un gran impacto en la economía del país. La producción del sector en el año 2017 tuvo una participación del 11 % en el PIB Agrícola Nacional (Fedepalma, 2018b), mientras que para el año 2018 fue del 8% según Fedepalma (2018). En consecuencia, el sector palmero es un gran representante de la agroindustria nacional. Hablando internacionalmente, Colombia se posiciona como el primer productor de América y el cuarto productor global más grande de aceite de palma, siendo superado solo por Indonesia, Malasia y Tailandia (Fedepalma, 2017a). Los datos del sector palmero presentados en la plataforma del Mapa Regional de Oportunidades -MARO-, dejan ver que los productos derivados de la palma han mantenido una tendencia mayoritariamente creciente en sus exportaciones como se muestra en el Anexo A. No obstante, el sector enfrenta problemas fitosanitarios, de eficiencia y de producción.

La mayor parte del producto de este sector es empleado en otras industrias como la de biocombustibles, cosméticos y alimentos, para la elaboración de bienes destinados al consumo. Por consiguiente, los productos de sector palmero son un commodity y como los productos de estas

características, se ve afectado por el nivel de precios internacionales. Esto, junto con la variación del precio del peso colombiano hicieron que el pasado año 2018 el sector palmero tuviera dificultades, según lo que afirmó el presidente ejecutivo de Fedepalma, para quien el año 2018 fue difícil para la palmicultura por la caída en los precios internacionales y una devaluación de la moneda durante gran parte del año (Fedepalma, 2019b).

Otro de los grandes problemas por los que ha pasado en general el sector palmero y el de grasas y aceites en los últimos años es la presencia de aceites ilegales y de contrabando en el mercado, éstos en gran medida ingresados al país debido a la diferencia de precios entre el mercado colombiano y el mercado del país del que ingresan dichos aceites. Según estimaciones de Asograsas para el 2014, la presencia de aceites ilegales representó hasta un 30% del mercado nacional (Colombia Productiva, 2014). Por ende, desde el 2013 se vienen implementando planes y medidas contra la ilegalidad e informalidad dentro del sector, promovidas por instituciones como el Ministerio de Salud, el Invima y otras más pertenecientes al sector palma, aceites, grasas vegetales y biocombustibles. Así por medio del programa de observadores aduaneros de la Dirección de Impuestos, Fedepalma y la DIAN se aseguran que se cumpla con la legalidad y las normas aduaneras en todos los aceites y grasas que ingresan al país por las aduanas y las zonas francas (Fedepalma, 2018a).

Recientemente se ha generado la entrada de manera irregular de aceite de palma ecuatoriano de baja calidad al país. Esto debido a la crisis del sector palmero de Ecuador, causada por la pérdida del mercado venezolano, la presencia de plaga en sus cultivos y la desaparición de su organización gremial (Fedepalma, 2019b). Respecto al caso del producto ecuatoriano, este ingresa al país debido a que los costos de producción son muy altos y el margen de ganancia de los productores es muy bajo si venden sus productos al precio del mercado de Ecuador. En consecuencia los productores del vecino país buscan mercados donde los precios sean más elevados para así tener mayor ganancia como explica el presidente ejecutivo de Fedepalma Jens Mesa Dishington en un comunicado, el precio de venta del aceite de origen palmero en el mercado ecuatoriano no cubre el costo de oportunidad, con lo que las condiciones de venta de otro mercado como el colombiano resulta una

mejor opción de colocación para el producto ecuatoriano (Fedepalma, 2019b).

En el sector palmero de Colombia también se presentan problemas de enfermedades como la pudrición del cogollo o PC, la cual se destaca por ser según el ICA (2019) la principal problemática de naturaleza fitosanitaria que se presenta en la palmicultura colombiana debido a su constante ocurrencia y severidad en las zonas palmeras del país y que además es causa de bajos rendimientos en el sector. Aunque durante mucho tiempo fue un misterio en la actualidad se conoce que la causa de la enfermedad es un microorganismo conocido como el *Phytophthora palmivora* (Martínez, G., et al., 2009). También la presencia de plagas que atacan a la palma ha sido un problema en el sector, dichas plagas pueden causar que la planta se enferme, deteriore, desplome y muera. En Colombia se ha declarado a los insectos *Rhynchophorus Palmarum*, el *Strategus Aloeus*, *Sagalassa Valida* como insectos plaga que deben ser controlados (Fedepalma, 2016), estos insectos son capaces de acabar con cultivos completos. A finales de noviembre del año 2019, la Federación Nacional de Palmicultores realizó un llamado de emergencia al gobierno para que apoye el sector a solucionar los problemas fitosanitarios que ha ocasionado una pérdida cercana a los US \$2700 millones en la última década (Fedepalma, 2019a).

Otro factor que influye en el sector palmero es el cambio climático, el cual afecta su producción como sucedió en el 2016 con el fenómeno del niño, que causó un deterioro en los rendimientos de aceite mayor al 14% producido por hectárea (Fedepalma, 2017b). Dicho comportamiento es normal en productos agrícolas. En un comunicado de prensa del 28 de febrero del 2019 Cenipalma (2020) realizó recomendaciones a los cultivadores de palma para evitar los efectos del fenómeno climático y hacer un buen uso de los recursos hídricos.

Como resultado de estos problemas, en los últimos años principalmente en el 2018 el sector ha vivido un declive, como manifestó el presidente de Fedepalma, Jens Mesa Dishington el sector palma ha visto deteriorarse su rentabilidad y precisos, afirma que es importante que el gobierno aplique medidas para equilibrar las condiciones de mercado y así superar la presente problemática

(Fedepalma, 2019b). Con base a esto, este trabajo de investigación sobre el sector de aceites de origen palmero, tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de las empresas extractoras de aceite ubicadas en esta zona central palmera de Colombia durante el periodo 2013-2018.

## **2. Marco Teórico, Revisión de Literatura o Estado del Arte**

### **2.1 Marco teórico.**

Uno de los sectores más importantes de la agroindustria colombiana es el sector palmero. Una de las actividades que se realiza en este sector es la extracción o elaboración de aceites de la palma, algunos destinados al consumo humano y otros para ser empleados en otras industrias, entre las cuales destaca la industria de los biocombustibles. El sector cuenta con una institución gremial Fedepalma, la cual está conformada por palmicultores colombianos, que vela por los intereses de sus miembros y por la agroindustria palmera (palmicultores y productores de aceite), promoviendo el crecimiento y progreso de las zonas palmeras. Además, desde el año 1991 existe una corporación encargada del aspecto técnico y científico del sector palmero conocida como Cenipalma, la cual tiene como propósito el “generar, adaptar, validar y transferir tecnología en el cultivo de la palma de aceite, su procesamiento y su consumo” (Fedepalma, 2019). Debido a las problemáticas del sector palmero resulta pertinente determinar su eficiencia, pero antes se debió definir qué es eficiencia.

El significado de eficiencia según la RAE (2014) es la capacidad de lograr un objetivo, mediante el uso ciertos recursos de los que dispone, ya sean estos bienes, objetos o personas. Debido a que el concepto dado por la RAE no tiene en cuenta el mejor aprovechamiento posible de dichos recursos en este trabajo se tuvo en cuenta el significado dado a la palabra eficiencia según el Banco Interamericano del Desarrollo, que entiende el concepto de eficiencia como el grado con el que una iniciativa cumplen con los objetivos propuestos con el menor costo posible. Por lo que se considera que el no cumplir los objetivos o el desperdicio de recursos hacen que dicha iniciativa se le considere como ineficiente o poco eficiente (Mokate, 2000).

Para evaluar la eficiencia se deben comparar diferentes unidades productivas o entes económicos que desarrollen su actividad de forma muy homogénea. Para que éstas sean eficientes deben aprovechar al máximo sus recursos. A dichas unidades productivas en la metodología DEA se les conoce como DMUs por las siglas de Decision Market Unit.

Esta metodología consiste en la optimización de una función de producción. La función de producción muestra los puntos de producción posibles de acuerdo con los recursos empleados en el proceso productivo, al optimizar dicha función se obtiene una frontera que representa los mayores niveles de producción posible según la cantidad de recursos empleados. Con el fin de medir el nivel de eficiencia se determina cuáles de las DMUs han logrado alcanzar un punto eficiente, es decir se encuentran sobre la frontera de posibilidades de producción.

Determinar la diferencia que hay entre las DMUs eficientes y las DMUs ineficiente es fundamental para mejorar los resultados de las empresas, lo que a su vez tiene un impacto a nivel macro pues Brito y Costa (2013) afirman que parte de la dinámica económica está influenciada por el desempeño de las empresas que la conforman, en consecuencia un mejor desempeño de las empresas se verá reflejado en mejores condiciones económicas. Dichos autores también analizan cómo la eficiencia y las mejoras en eficiencia influyen en la competencia, dando a entender que a más empresas eficientes hay en el mercado la empresa ineficiente o que no mejore su eficiencia irá reduciendo sus beneficios y se verá obligada a salir del mercado. Esto genera además un ambiente más competitivo en el cual se da la expansión y mejora de información, conocimiento y técnica de los procesos de producción, lo que a su vez representa desplazamiento de la frontera hacia mayores niveles de producción. En consecuencia, se logra el aumento de la productividad debido al aumento de la eficiencia de las empresas y a las mejoras técnicas ocasionadas por el ambiente más competitivo, lo que representaría un crecimiento económico. Esto debido a que como resaltan Pastor y Serrano (2000), el crecimiento económico se da con el aumento de la productividad y se puede descomponer en dos aspectos, la variación en eficiencia y la variación técnica del proceso de producción.



Según Gómez (2016), el encontrar en una economía la mejor asignación de recursos es relevante, ya que son escasos y se pueden emplear en la elaboración de otros bienes o productos. En este sentido, las medidas de eficiencia resultan necesarias para identificar los puntos ineficientes y definir cómo corregirlos. Al aumentar la producción mientras mantiene constantes los recursos empleados, o al minimizar los recursos utilizados manteniendo el mismo nivel de producción se está siendo eficiente. En contraparte, si se están implementado más recursos de los necesarios en la elaboración de un bien o si con ese nivel de recursos empleado se puede alcanzar un nivel mayor de producción, la unidad productiva es considerada ineficiente.

Según Saborido (2013), al estudiar la eficiencia de estas DMUs se pueden presentar, según la unidad utilizada como referencia, diferentes tipos de eficiencia. Eficiencia técnica (cuando las DMUs u observaciones se comparan con la DMU más similar y con mayor productividad), eficiencia global (cuando las DMUs se comparan con la DMUs con mayor productividad entre todas las unidades dentro del estudio) y eficiencia a escala (la cual se estima como el cociente entre eficiencia global y la eficiencia técnica). Por su parte, Rodríguez (2003) resalta cómo se ha usado este tipo de estudios de eficiencia en diferentes instancias tales como escuelas, hospitales, tiendas, sucursales bancarias, etc. Además, el estudio de diferentes unidades organizacionales da como resultado un grupo de unidades óptimas que forman una frontera de eficiencia. Esto permite analizar el desempeño de todas las unidades y al compararlas, se puede plantear estrategias de mejora.

Schuschny (2007) menciona tres formas en que la eficiencia puede ser medida. Si representa la capacidad de lograr el mayor nivel de producción dado cierto nivel de insumos, se le denomina eficiencia técnica; si refleja la habilidad de utilizar en una proporción adecuada los insumos dados sus precios, se define como eficiencia de asignación y la última forma de medir eficiencia, de escala, manifiesta la naturaleza de los rendimientos a escala operacional de la unidad productiva. Él también afirma que el DEA, debido a que permite un tratamiento multidimensional, puede superar

las herramientas tradicionales de estudio del funcionamiento de las unidades producidas, basadas en el cálculo de indicadores de productividad parcial.

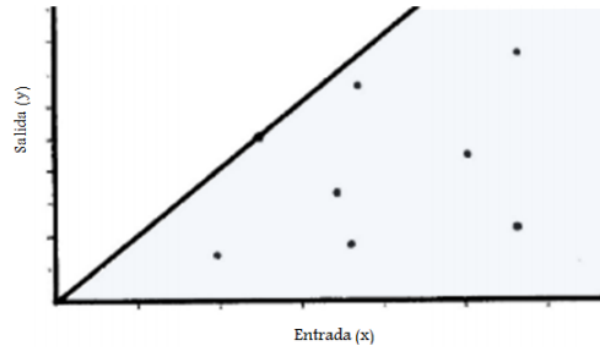
La metodología Data Envelopment Analysis (DEA) o en español, metodología de análisis envolvente de datos, es el método propuesto para medir la eficiencia de las empresas productoras de aceite y así desarrollar los objetivos de este trabajo. Esta metodología muestra si las empresas se desempeñan adecuadamente, permite la evaluación de los diferentes tipos de eficiencia según la clase de modelo empleado y determinar si se aprovechan adecuadamente los recursos empleados en la elaboración de unos productos. Con los resultados de esta metodología se pueden detectar las falencias en las formas de producción, ya que permite ver si se están desperdiciando recursos.

También por medio del uso de la metodología DEA es posible determinar qué prácticas realizadas por las diferentes DMUs benefician o perjudican a la producción y su eficiencia. Basándose en los resultados que se obtienen, se puede determinar cuáles de las DMUs analizadas se consideran eficientes. En los casos de las DMUs que tienen bajos niveles de eficiencia, permite compararlas con las DMUs más eficientes.

El principio de la metodología DEA Análisis Envolvente de Datos fue propuesto por (Farrell, 1957), el cual planteó la forma para cuantificar la eficiencia técnica de un conjunto de unidades productivas. Los modelos de análisis envolventes pueden ser de dos tipos, encaminados a los inputs o a los outputs. El enfoque en los inputs busca la reducción las entradas sin afectar las salidas, de esta forma logrando así que las DMU se ubiquen sobre la frontera de producción. El orientado a los outputs busca maximizar las salidas sin tener que recurrir a aumentar las entradas o disminuir alguna de las otras salidas. Entre los modelos más empleados se encuentran:

El DEA-BCC: Es el modelo propuesto por Banker, Charnes y Cooper (1984). Está orientado a la reducción de las entradas o input, aunque también se puede orientar a la maximización

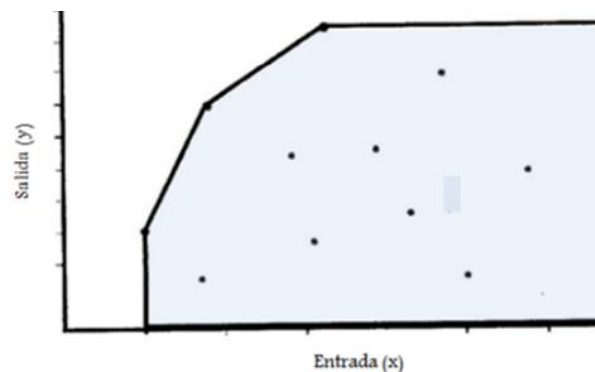
de las salidas. Se basa en el supuesto de rendimientos constantes a escala por lo que también se le conoce como modelo DEA-CRS. La frontera de posibilidades de producción resultante de este modelo es una función lineal como se muestra en el gráfico 1.



*Gráfico 1: Retornos constantes a escala.*

*Fuente: Tomado de Saborido (2013)*

El DEA-VRS: Éste es un modelo de análisis envolvente de datos que puede estar orientado a las entradas o las salidas y se basa en rendimientos variables a escala por lo que también se le conoce como DEA-VRS. Como se muestra en el Gráfico 2 la frontera de posibilidades de producción resultante no es una función lineal sino una convexa. Dicho modelo fue propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), por lo que también se le conoce como modelo DEA-CCR.



*Gráfico 2: Retornos variables a escala.*

*Fuente: Tomado de Saborido (2013)*

La metodología DEA resulta un instrumento necesaria para en análisis y estudio de los entes económicos, ya que como menciona Schuschny (2007) esta puede superar los métodos tradicionales. Esta herramienta se utiliza para calcular diferentes clases de eficiencia y productividad. Dado que permite un tratamiento multidimensional da libertad al investigador al momento de elegir las variables empeladas y un amplio campo de usos en los cuales se puede aplicar la metodología. Los resultados obtenidos resultan relevantes al momento de la toma de decisiones y para ajustar los procesos con el fin de mejorar el desempeño de la producción y los índices de eficiencia. Esto a causa de que permite conocer la frontera de posibilidades de producción y las causas por las cuales alguna DMU no se encuentra sobre ella, también facilita el comparar las DMUs para formular planes de acción orientados a la mejora en términos de eficiencia. Al final todo esto contribuye al crecimiento y desarrollo de los entes económicos estudiados.

## **2.2 Estado del arte**

La metodología DEA se he implementado en diversos estudios y en varios sectores económicos alrededor del mudo. Los sectores agrícolas no son ajenos a la implementación de esta metodología, como se presenta a continuación.

Uno de los antecedentes es este trabajo fue realizado en Malasia en el 2012. El cual fue un estudio en que se empleó la metodología DEA con el objetivo de determinar cuáles de los proveedores del sector de aceites de palma apto para el consumo humano son eficientes y sostenibles teniendo en cuenta la perspectiva económica, ambiental y social. El Modelo usado el CCR, un modelo con rendimientos constantes a escala. Se empleó como variables de entradas el costo, la calidad y la entrega de los productos ofrecidos por el proveedor. La biodiversidad, la gestión de residuos y el capital social/humano fueron las salidas (Amindoust, A. et al., 2012). Al final los autores llegaron a la conclusión que solo 4 de los proveedores eran eficientes y que seleccionar los mejores proveedores es un tema relevante en la gestión de la cadena de suministro de las industrias

alimentarias, debido a la competencia mundial deben entregar a sus clientes productos de forma más rápida, económica y mejor que la competencia.

El sector agrícola de Malasia es uno de los más importantes, debido a que proveer sus cultivos como insumos para ser procesados por la industria la industria de alimentos, así la agricultura hace parte relevante e impulsa el crecimiento económico del país y ha representado un salvavidas durante las épocas de crisis esto posicionándose como uno de los más importantes sectores de Malasia. Marsila (2019) presento un estudio acerca de la eficiencia de siete subsectores involucrados en la industria agroalimentaria en Malasia, entre estos sectores se incluía la producción aceite de palma. Este estudio comprendía desde el año 1993 al año 2003 y buscaba mediante la metodología DEA determinar la eficiencia de las industrias procesadoras de productos agrícolas como son: La extracción aceite de coco, aceite de palma, la producción de chocolate, la producción de café, la producción de caucho, la producción de arroz y la harina de trigo. En dicho estudio se concluyó que el sector menos eficiente es el de producción de caucho. Los sectores de aceite de palma y harina de trigo presentaron una eficiencia técnica promedio de 1.00 durante el periodo de estudio.

Por otro lado en España se realizó un estudio de eficiencia del sistema de riego, fue hecho por Rodrigas, Camacho y López (2004). En este trabajo se usaron los modelos CCR y BCC, como variables de entrada se emplearon la superficie regada, la mano de obra, y el agua usada. La producción agrícola en euros fue utilizada como variable de salida. La muestra consistió en los distritos de riego ubicados en Andalucía. Al final los autores llegaron a la conclusión de que los sistemas de riego modernos aumentan la eficiencia del agua y contribuye al aumento de los rendimientos del sector, además de que los distritos de riego más eficientes se ubican más cerca de las costas.

Otro estudio hecho en España usando DEA en el sector agrario tenía como objetivo determinar el crecimiento de la productividad empleando el índice de Malmquist. La variable de salida fue el Valor añadido real de la agricultura y como entradas se utilizaron la Superficie agrícola útil medida en miles de hectáreas, La población ocupada en agricultura y El capital (valor de las amortizaciones).

Para el estudio se usó un modelo VRS. Los autores Iraizoz y Zavaleta (2001) llegan a la conclusión de que la productividad ha mejorado gracias a la introducción de tecnología, pero se presentan grandes diferencias entre las regiones estudiadas.

Para Latinoamérica y el Caribe se hizo un estudio con el propósito de determinar la eficiencia técnica, productividad y sostenibilidad del sector agrario. En este trabajo se consideraron como entradas las variables Consumo de fertilizantes, Fuerza de trabajo agrícola, Reserva de capital y Tierra agrícola, mientras que en las variables de salidas se incluyeron el Valor bruto de la producción agrícola, Las emisiones CO<sub>2</sub> y El GEI o gas de efecto invernadero. El estudio se realizó con datos del año 2012. Como resultado, Moreno (2019) concluye que los países más eficientes son Argentina, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Jamaica y México.

Otro estudio a escala de América Latina fue hecho a la producción de biocombustibles. Dicho estudio tenía como objetivo “realizar la medición de las variaciones de eficiencia de los países productores de biocombustibles en Latinoamérica” (Morelos Gómez, 2016), Para su estudio se utilizó un modelo CRR orientado a las salidas. Como variables de entrada se utilizó La caña de azúcar y La soja y como salidas se usaron la Cantidad obtenida de bioetanol y Cantidad obtenida de biodiésel. El resultado de dicho estudio es que Perú y Brasil son los países de Latinoamérica más eficientes en producción de biocombustibles.

Otro de los antecedentes a este trabajo es el documento de Becerril-torres et al., (2011), en el cual se presenta un estudio a la eficiencia técnica en el sector agropecuario Mexicano. Mediante la metodología DEA, el estudio analizó de la forma como se emplean los recursos en las actividades del sector agropecuario en México, buscando determinar su eficiencia técnica. El modelo empleado es orientado al producto que permite medir la eficiencia técnica y la eficiencia a escala basada en el modelo desarrollado por Seiford y Thrall (1990). Al final los autores concluyen que los estados del norte de México son los más eficientes.

En México se han realizado otros trabajos utilizando la metodología DEA, uno de ellos enfocado al sector agroindustrial azucarero. Se implementó el modelo BCC con un total de 57 DMUs. Según los autores, cerca de un 17% de los ingenios azucareros son eficientes y solo un 7% tiene niveles críticos de ineficiencia. En dicho estudio las variables de entrada fueron la superficie industrializada, Toneladas de caña molida, La zafra y Costos de producción. Como salidas se usaron la utilidad neta y Cantidad en toneladas de azúcar producida. Celso y Cortés (2010) concluyen que los niveles de eficiencia de los ingenios mexicanos no son bajos, pero un pequeño grupo requiere políticas de reducción de insumos para aumentar las utilidades.

Otro trabajo realizado en México en que se aplicó la metodología DEA buscaba determinar la eficiencia del sistema de riego del distrito Rio Yaqui. Al igual que el estudio anterior dicho estudio se focalizó en el sector azucarero, se emplearon las mismas variables de entrada y salida. Este trabajo fue elaborado por Olmedo, et al. (2017), con el fin de determinar la forma más eficiente de distribuir el sistema de riego en el distrito para evitar el desabastecimiento en épocas de sequía. Para llevar a cabo su investigación, los autores utilizaron dos modelos, el modelo BCC y el modelo CCR. Los resultados encontrados fueron que las zonas con mayor posibilidad de riego son más próximas a la frontera eficiente.

En Brasil se aplicó la metodología DEA en el estudio de la industria de producción de biocombustible. El objetivo del trabajo era encontrar la combinación más eficiente de los 13 insumos empleados en la producción de biocombustibles y así abastecer el mercado nacional de este producto. Estos insumos podían ser de tres clases (Residuales, extractos y cultivos). El modelo que se empleó fue un modelo de rendimientos variables, también conocido como DEA-BCC. La conclusión a la que llegan los autores (Costa, et al., 2013) es que los residuos son las mejores fuentes de biocombustible, pero debido a las dificultades para obtener la cantidad necesaria para abastecer el mercado es mejor emplear la soja, la palma y sebo.

Otro sector de agroindustria brasileña en que se ha empleado la metodología DEA es el textil. Esto al estudiar la eficiencia técnica y de escala de la producción del Agave Sisalana o Sisal, en el estado

de Bahía en el año 2015. Las variables utilizadas como entradas en dicho estudio fueron Costo anual de mano de obra, Costos anuales de materia prima de sisal y Otros costos en los que se incurre en la producción de sisal, mientras que la variable de salida fue Producción de sisal. Dicho estudio fue hecho por Soares, Silva, et al. (2017), quienes llegaron a la conclusión de que las empresas pueden reducir los costos de la entrada alrededor de 39% en los modelos CRS y 21% en los modelos VRS.

La metodología DEA se ha empleado en Colombia para medir la eficiencia de los sectores económicos. Rodríguez (2003) realizó un trabajo aplicando la metodología DEA a las empresas de dos sectores de la economía colombiana, a la venta de vehículos automotores y a la elaboración de alimentos, esto para el periodo comprendido entre 1993 a 2002. Dentro del sector de elaboración de alimentos se encontraba la actividad de elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal. La autora aplicó los modelos DEA-CRR y BCC. Al final de su trabajo, Rodríguez concluye que las empresas del sector automotor tienden a ser más eficientes.

Con la metodología DEA se han elaborado artículos, publicaciones, proyectos de pregrado y posgrado. Pineda, et al. (2017) destacan el uso de esta metodología en el sector público y señalan que los modelos más implementados son los BCC, CCR, SBM y CRR-BCC. También se destaca el uso del DEA en el país para medir la eficiencia de las instituciones educativas, como se muestra en el trabajo de revisión bibliográfica de Buitrago Suescú, et al. (2017), en el que se realizó un análisis a diversos estudios de medición de la eficiencia de instituciones educativas de nivel superior empleando la metodología.

En Colombia también se ha implementado la metodología de análisis envolvente datos (DEA) en estudios del sector agrario, un ejemplo de esto es el trabajo realizado por Pineda, et al. (2018), este estudio de la eficiencia de la producción de papa en dos periodos diferentes de tiempo para el departamento de Boyacá, en él se utilizó a los municipios del departamento como DMUs (unidades de decisión de venta). En dicho estudio se empleó el modelo DEA-CCR que supone rendimientos constantes a escala y el modelo BCC con rendimientos variables a escala. Como conclusión, los



autores mencionan que para el primer periodo alrededor del 19% de los municipios son eficientes, cerca de un 24% son eficientes en el segundo periodo, Las variables de entrada fueron Precipitaciones, Temperatura, Número de productores y Área sembrada, mientras que la variable de salida fue Producción total.

Hemthrot (2018) realizó un trabajo con dos tipos de cooperativas, las Cooperativas de Trabajo Asociado y las Cooperativas Multiactivas sin Sección de Ahorro. Las variables de entrada empleadas fueron Número de asociados, Número de empleados, Gastos de Administración, Capital Social e Ingresos operacionales. Las de salida fueron los excedentes operacionales, capital social y excedentes operacionales. Se implementó un modelo DEA-VRS en dos etapas. El resultado del trabajo fue que la gestión de los administradores y el aumento del número de asociados son los factores determinantes de la eficiencia de las cooperativas del sector agrícola.

La metodología DEA se ha implementado en múltiples aspectos a los sectores agrícolas y agroindustriales, midiendo la eficiencia de ciertos insumos o recursos en los cultivos como se evidencia en los estudios hechos a los distritos de riego. La producción de la industria derivada de la agricultura como es el Sisal, azúcar o biocombustibles tampoco están exenta de estos estudios de eficiencia. También se ha empleado la metodología el estudio la eficiencia de proveedores e instituciones del sector agrícola y agroindustrial, como las cooperativas. He incluso la comparación entre diferentes sectores o subsectores se ha podido realizar con la metodología DEA. Schuschny (2007) muestra la metodología DEA como un instrumento de análisis que se puede emplear para estudiar el desempeño de entes económicos ya sean empresas, sectores o países.

### **3. Metodología**

En la elaboración del presente artículo se llevó a cabo un estudio cuantitativo que permitió determinar la eficiencia de las empresas productoras de aceite de la zona central palmera de Colombia. La zona central palmera está conformada por Antioquia, Bolívar, Cesar, Cundinamarca, Santander y Norte de Santander según Triana (2013). Este trabajo se elaboró en dos partes: la primera parte consistió en la recolección de indicadores sectoriales y la caracterización del sector, la segunda corresponde al Análisis Envoltente de datos.

#### **3.1 Recolección de información**

En la primera parte se realizó la búsqueda y recolección de información y datos acerca del sector palmero, mediante la investigación en fuentes secundarias. Esto con el propósito de identificar el entorno económico del sector a nivel microeconómico y macroeconómico, para el periodo de tiempo 2013-2018. En esta parte se aprendió acerca del sector palmero y su funcionamiento, el entorno en el cual se desenvuelve y se determinaron hechos o acontecimientos relevantes para el sector. Las fuentes fueron diversos informes elaborados por Fedepalma, específicamente los informes de gestión anual. En otras palabras, se realizó la revisión bibliográfica de los informes de gestión realizados por Fedepalma correspondientes al periodo de estudio, con el fin de caracterizar el entorno económico del sector palmero durante el periodo 2013-2018.

#### **3.2 Análisis envoltente de datos**

Por medio de la metodología no-paramétrica DEA se determinó la frontera de posibilidades de producción de las empresas dedicadas a la extracción y elaboración de aceites ubicadas en la región

central palmera de Colombia en los diferentes años de estudio. Para realizar los cálculos se empleó el software DEAP, el cual es un programa utilizado para hacer análisis envolvente de datos.

La metodología DEA mostró si las empresas se desempeñaron adecuadamente, ya que esta “refleja habilidad para usar los insumos en las proporciones óptimas” (Becerril-Torres et al., 2011). Esta metodología permite la evaluación de la eficiencia y el buen aprovechamiento de las entradas o recursos (input) para la elaboración de unos productos (output) mediante la optimización de una función que representa un índice de eficiencia que se obtiene de la división de las salidas (output) y entradas (input). Esta metodología es empleada en la evaluación de eficiencia porque logra determinar las DMUs que obtienen una mejor relación entre output e input o eficiencia, de acuerdo a la cantidad de recursos asignados al proceso productivo y diferenciarlas de aquellas DMUs que obtienen niveles menores de relación.

### 3.2.1 Programación de DEA BCC con enfoque al OUTPUT:

Se utilizó un modelo de rendimientos variables a escala enfocado a los outputs o a las salidas. El cual maximiza las salidas manteniendo constantes las entradas, lo que quiere decir que maximiza la producción manteniendo constantes el número de recursos empleados en la producción. La programación matemática empleada por el modelo de rendimientos variables a escala se logran según Quesada (2003) cuando a las ecuaciones del modelo CCR:

$$\max \gamma_0 + \varepsilon \left( \sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_k^- \right) \quad (1)$$

Sujeto a

$$y_{k0} \gamma_0 = \sum y_{kj} \lambda_j - h_k^+$$

$$\sum x_{ij}\lambda_j = x_{i0} - h_k^-$$

$$\lambda_j, h_k^+, k_k^- \geq 0; \gamma_0 \text{ irrestricta}$$

Se les agrega la restricción:

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

Donde  $h_k^+$  son las holguras de los outputs y  $h_k^-$  son holguras de los inputs. El  $\lambda_j$  representa la limitante que garantiza que el valor de eficiencia de cada DMU no sea mayor uno,  $y_{kj}$  corresponde a la cantidad de salidas o productos k generados por la DMU j,  $x_{ij}$  es la cantidad de insumos i empleados por la DMU j. la  $y_{k0}$  y  $x_{k0}$  corresponden a las cantidades evaluadas de producto y entrada respectivamente.

Con base al resultado de esta metodología se determinó qué unidades de decisión de ventas correspondientes a cada una de las empresas en cada uno de los años del periodo de tiempo determinado para el estudio fueron eficientes. A las empresas que presentaron bajos niveles de eficiencia, se les comparo con DMUs en condiciones similares, pero más eficientes. Esta comparación permitió determinar cuáles fueron las causas de su poca eficiencia técnica y si es que los recursos de entrada no se aprovecharon de una manera óptima.

### 3.3 Población y muestra

Los datos que se utilizaron fueron tomados de la Encuesta Anual Manufacturera EAM elaborada por el DANE, la cual “presenta el comportamiento del sector manufacturero de acuerdo con las normas

establecidas por la Clasificación Industrial CIU” (Maldonado et al., 2009). Las variables que se utilizaron en el modelo se presentan en la Tabla 1. Se emplearon cinco variables de entrada o input y una variable de salida u output.

*Tabla 1: Descriptivo de las variables.*

Variable	Tipo	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación
Gastos operacionales	Input	47347902,00	18243,00	4957771,90	6596058,52
Gastos administrativos	Input	80321603,00	0,00	9197282,30	17871217,31
Gastos financieros	Input	4065400,00	0,00	143873,64	351819,96
Personal ocupado	Input	775,00	3,00	123,78	132,22
Activos fijos	Input	430034630,00	126769,00	44712944,13	66224666,81
Valor de ventas	Output	286797222,00	297838,00	60952590,49	58345656,76

*Fuente: Elaboración propia con datos tomados del DANE (2020).*

Nota: A excepción de la variable de personal ocupado todas las variables presentadas en la tabla están en miles de pesos.

La primera variable input fue los Gastos operacionales, la cual corresponde a los costos y gastos causados por el personal ocupado. Esta variable presentó un valor máximo de 47347902, un mínimo de 18243 y un promedio cercano a 4957772. La variable Gastos administrativos, la cual correspondió al total de los gastos no operacionales (administración y ventas), presentó un valor mínimo de 0 y un máximo de 80321603, con un promedio cercano a 9197282,3. La tercera variable input es los Gastos financieros, la cual se encuentra en valores parciales sin incluir impuestos indirectos. Esta tuvo un valor promedio de 143873,64, un valor mínimo de 0 y un máximo de 4065400. La variable Personal ocupado, fue calculada como la suma entre el total de personal ocupado mujer y el total de personal ocupado hombre, su valor mínimo fue de 3 y el máximo de 775. La última variable de entrada fue Activos fijos la cual corresponde a los activos fijos, su valor máximo fue de 430034630, mientras el mínimo fue de 126769 y con un valor promedio de 44712944,13.

La variable de salida u output que se utilizó es Valor de ventas, la cual viene siendo el valor de las ventas totales estando estas a precio de venta en fábrica, sin incluir los impuestos indirectos. Esta variable presentó un valor promedio de 60952590,49, un valor máximo de 286797222 y un mínimo de 297838. Antes de realizar el modelo DEA fue necesario deflactar las variables, para esto se utilizó el Índice de precios al consumidor (IPP) del último mes del año, al igual que los demás datos que se emplearon se utilizó el IPP tomado el DANE. El total de observaciones o DMUs encontradas fue de 190, en promedio 32 por año de estudio.

## **4. Descripción del entorno del sector palmero**

### **4.1 Mercado mundial de aceites y grasas**

En el 2013 debido al elevado nivel de inventarios a nivel mundial y un buen nivel de producción de palma, colza y soja, se presentó una tendencia a la baja en los precios de las grasas y aceites de origen animal y vegetal. A causa de la caída de los precios del aceite de origen palmero respecto de sus sustitutos se incentivó la demanda a nivel mundial Fedepalma (2013), una gran parte provenía de la industria de biodiésel en Europa. A causa de dicha demanda y con el propósito de evitar que la producción de alimentos sea desplazada a favor de los cultivos de oleaginosas, la Unión Europea decidió implementar medidas para reducir el consumo del mencionado biocombustible elaborado a base de productos alimenticios como es el caso de los aceites vegetales e incentivar la producción de combustibles limpios elaborados a base de productos no alimenticios. Debido a dicha decisión los principales productores de grasas y aceites como Indonesia, Malasia y Brasil buscaron ampliar su demanda interna al aumentar la mezcla de biodiésel con diésel.

La abundante cosecha de semillas oleaginosas, la alta producción de palma, la expectativa de aumento de las tasas de interés junto a la recuperación de la economía de EE. UU y por último. La caída de los precios internacionales del petróleo, ocasionaron una disminución de los precios de las principales grasas y aceites para el año 2014. El alto nivel de producción de junto a la enorme existencia de inventarios llevó a varios de los mayores productores de grasas y aceites a tener que tomar medidas, una de estas fue de cero aranceles a las exportaciones de aceite de palma. La cantidad demandada de los principales aceites y grasas a nivel mundial alcanzó 198 millones de toneladas en el 2014, 9 millones de toneladas más que el 2013. La oferta mundial en este año fue mayor a la demanda y los inventarios de aceites y grasas crecieron alrededor de 1,1 millones de toneladas según Fedepalma (2014).

Por causas similares a las presentadas en el año anterior aunado a la desaceleración de la economía China, los precios internacionales de las grasas y aceites cayeron en el 2015. La demanda mundial de los principales aceites y grasas creció 4 millones de toneladas, respecto a 2014. Según Fedepalma (2015) igualmente al año anterior la oferta mundial fue superior a la demanda y aunque el consumo mundial por su parte aumentó, alcanzando los 60,4 millones de toneladas, los inventarios aumentaron en 0,4 millones de toneladas. Los países en los que se vio mayor crecimiento del consumo de grasas y aceites fueron India, Indonesia, China, Estados Unidos y Brasil.

Para el segundo semestre del 2016 hubo un aumento de los precios de los aceites y grasas vegetales a causa de los bajos rendimientos de las oleaginosas y la palma, esto a causas del fenómeno ambiental (fenómeno del niño) que se presentó en varias partes del mundo, incluida Colombia. Según Fedepalma (2016) esto redujo la producción mundial de los aceites y grasas en 2 millones de toneladas respecto al año anterior. El precio internacional del aceite de palma crudo alcanzó un promedio de USD 705 por tonelada, siendo un aumento del 15 % frente al precio del año 2015. El consumo mundial de los aceites y grasas aumentó 6,3 millones de toneladas en este año, la oferta no creció lo suficiente causando que los inventarios disminuyeran en 5 millones de toneladas. Dicho crecimiento de la demanda se debió a un aumento de la producción de biodiésel.

Al año siguiente debido a la recuperación de la producción, los precios de las grasas y aceites tuvieron una tendencia a la baja. El aceite de palma durante el segundo semestre del año presentó un aumento de precio a nivel internacional, pese a las medidas antidumping que tomo el gobierno estadounidense después de afirmar que algunos países subsidiaban la producción. Según lo presentado por Fedepalma (2017c) la producción de los principales aceites y grasas aumento en 13,4 millones de tonelada, esto por causas de la recuperación de los cultivos. La producción mundial de aceite de palma fue de 65,86 millones de toneladas mostrando un crecimiento de 12,6 %. En este año la producción fue mayor a la demanda y los inventarios crecieron alrededor de 0,4 millones de toneladas.



Para el 2018 el mercado de grasas y aceites a nivel mundial vivió una caída importante de los precios de los aceites y grasas, esto a causa del notable aumento de las existencias de los principales aceites y grasas en inventario. Respecto a la palma se vio una sobre producción en el sudeste asiático. La producción de soja se vio afectada por fenómenos climáticos en Sur América. A la vez, en Estados Unidos esta semilla oleaginosa vio un notable aumento de producción. Para finales de año a nivel mundial las existencias de inventarios de grasas y aceites eran de 29 millones de toneladas. Según lo presentado por (Fedepalma, 2018a) los niveles de importación mundial de aceites y grasas mostraron un leve incremento del 0,75%.

## **4.2 Mercado nacional de aceites y grasas**

Para Colombia en el año 2013 la oferta de grasas y aceites creció en un 2%, alcanzando las 1436100 toneladas, La producción fue de 1196400 toneladas de las que el 94% correspondía a palma de aceite. Respecto a la balanza comercial de grasas y aceites, esto evidenció un crecimiento entre el 6% y el 7%, por su parte según Fedepalma (2013) también se vio una disminución de las importaciones en 525 mil toneladas y un aumento de las exportaciones de 285 mil toneladas. En consecuencia, disminuyó el déficit respecto al año anterior. Al año siguiente la oferta creció en un 8% alcanzando las 1557600 toneladas. La producción nacional vio un aumento del 6%, alcanzando las 1271600 toneladas de las que un 94% son de aceite de origen palmero (palma y palmiste). “El déficit de la balanza comercial de aceites y grasas fue de 286 mil toneladas” (Fedepalma 2014) mostrando un aumento de 19 % respecto a 2013. De las importaciones un 79% corresponde a aceite y grasas crudos de semillas oleaginosas, esto se debió a la sobreproducción de dichas semillas, principalmente la soja.

La oferta de aceites y grasas en Colombia en el 2015 fue 1473000 toneladas, 1 % menos que la oferta del 2014. Mientras que vio un crecimiento en un 15% producción nacional de aceite de palma crudo. En Colombia también se vio una reducción de la demanda de aceites y grasas además de productos que contengan o empleen estas sustancias, el comportamiento de los consumidores se explicó en

parte por cambios en la tendencia de los consumidores colombianos, ya que los hogares buscan alternativas más light. Además, esta reducción al consumo también se puede asociar con la inflación y la desaceleración económica que vivió el país en este año. El déficit de la balanza comercial disminuyó en un 89% respecto al 2014, esto se explica por dos razones. Primero a causa de la reducción notable de la demanda de aceites y grasas refinadas, de segundo se vio un pequeño crecimiento por parte de los importadores, en consecuencia, la importación resultó ser solo 21 mil toneladas. En este año los informes de (Fedepalma, 2015) señalan que disminuyó la importación de los aceites de soja y girasol, mientras que la importación de aceite de palma mostró una desaceleración respecto al año anterior.

Al año siguiente la baja producción de aceite de palma fue subsanada por un aumento de las importaciones. La oferta creció un 3% respecto al 2015, la producción de aceite crudo de palma mostrando una reducción del 10,1 %, respecto a la producción del año anterior. En el 2015 además de ser en el que se presentó el fenómeno del niño también se vio una desaceleración de la economía y un aumento en las tasas de interés. Según Fedepalma (2016) la caída del nivel de producción local de aceites de origen palmero ya sea palma o palmiste redujo las exportaciones de estos aceites vegetales, a su vez generó las condiciones para una mayor importación que supla la demanda local de aceites y grasas.

En el 2017 La oferta de aceites y grasas fue de e 1728700 toneladas, un incremento a nivel nacional de la producción de aceite de palma elevó las exportaciones y oferta local de aceites y grasas (Fedepalma, 2017c), en este año el país presentó 81500 toneladas en superávit de la balanza comercial de aceites y grasas. La producción nacional aumento aproximadamente en un 42 %, y las ventas locales alcanzaron las 807400 toneladas. Las importaciones de aceites y grasas presentaron un decremento del 4% respecto al año anterior.

La demanda de aceites y grasas en Colombia para el año 2018 estuvo estimada en 1,7 millones de toneladas. Se presentó un crecimiento del 3% del superávit de la balanza comercial de aceites

respecto al del año anterior, el superávit se posicionó alrededor de las 113 mil toneladas. Según Fedepalma (2018a) las exportaciones totales del sector palmero (palma y palmiste) fueron de 965 miles de toneladas, un 87% de estas exportaciones fueron de aceite de palma crudo. Igual que en años anteriores el principal destino de las exportaciones fue Holanda (países bajos). En este año también al mercado colombiano ingresaron como importaciones cerca de 898 mil toneladas de grasas y aceites, gran parte de estas importaciones son provenientes de Ecuador.

### 4.3 Desempeño del sector palmero

En el año 2013 a nivel nacional el área en etapa de producción creció en un 12% debido al paso de cerca de 34 mil hectáreas a la fase productiva, lo que ocasionó mayores tasas de crecimiento de su producción. La zona norte debido a una ola invernal fue la única que presentó una disminución de su producción respecto al año 2012. Según lo presentado por Fedepalma (2013) la zona central participó de la producción 27,3%, esto a pesar de los problemas fitosanitarios que hay en dicha zona, presentó un notable desempeño y produjo 294745 toneladas, superando la producción del año anterior gracias al ingreso de hectáreas a su fase productiva y condiciones climáticas favorables.

Durante el año 2013 las ventas locales de aceite de palma crudo en Colombia fueron de 873300 toneladas mientras que las exportaciones de aceite de palma alcanzaron 202 mil toneladas. Los principales destinos de exportación durante los años de estudio fueron Holanda, Brasil y México. Las importaciones de aceite de palma disminuyeron a 117 mil toneladas, el principal origen del aceite crudo de palma importado es Ecuador. El consumo nacional vio un aumento del 8% debido principalmente a compras por parte de la industria de aceites y grasas comestibles.

En el 2013 los rendimientos de aceite de palma por hectárea en Indonesia fueron de 4,1 toneladas por hectárea y en Malasia fueron de 3,9 t/ha, mientras que la de Colombia, el cuarto mayor productor del mundo contó con rendimientos de aceite de palma de 3,1 toneladas por hectárea. La

producción de aceite de palma correspondió al 4,1 % de las 25663450 toneladas de la producción agrícola, con un valor de 1,78 billones de pesos. Al año siguiente, los rendimientos de aceite crudo por hectárea de los principales productores de palma fueron de 4,1 toneladas por hectárea en indonesia, 4,3 toneladas por hectárea en Malasia. Los rendimientos de Colombia siguieron siendo de 3,1 toneladas por hectárea. Esto muestra una brecha de productividad entre Colombia y los dos mayores productores del mundo, a causa de un rezago en adopción de tecnología y menores rendimientos de las palmas jóvenes.

En 2014 la producción de aceite de palma mostró un crecimiento del 7 % respecto al 2013. Todas las zonas palmeras mostraron notables incrementos permitiendo así superar al promedio anual del último quinquenio al producir más de 1100000 toneladas. En la zona central por la presencia de PC en los cultivos de palma se debieron erradicar 14200 hectáreas, pese a esto se vio una mejora en la productividad y una tasa de extracción superior al promedio nacional. El aceite de palma correspondió 4,1 % de la producción agrícola nacional, la producción total del sector palmero (aceite de palma y de palmiste) tuvo un valor de \$2,1 billones según (Fedepalma 2014). Las ventas locales fueron de 864100 toneladas, las exportaciones de aceite de palma fueron de 272500 toneladas. El consumo nacional de aceite de palma se mantuvo sin cambios significativos respecto al año anterior, en 985700 toneladas.

Al año siguiente, según Fedepalma (2015) la producción de aceite de palma crudo presentó una variación del 14,7 % alcanzando las 1272522 toneladas, de las que la zona central aportó un 27,8 %. La producción de aceite de palma correspondió al 4,7 % de la producción agrícola. Las ventas de aceite de palma disminuyeron en un 3 % en parte debido a la reducción de la demanda por parte de la industria tradicional de aceites y grasas, las ventas solo alcanzaron las 844600 toneladas. Las exportaciones alcanzaron las 419800 toneladas, un 54% mayor a la del año anterior. Las importaciones de palma y palmiste se mantuvieron en un nivel muy similar respecto al año anterior, mientras que el consumo nacional de aceite de palma fue de 968500 toneladas.

Para el 2016 la producción del sector palma mostró un decrecimiento respecto al año anterior del 10,1%. De la producción agrícola el sector palmero participó con el 4,2 %. En este año cabe recordar que se presentó el fenómeno ambiental conocido como el niño, dicho fenómeno ocasiono una serie de sequías afectando la permacultura colombiana debido a la falta de sistemas de riego. La producción total del sector palmero según Fedepalma (2016) tuvo un valor de \$ 2,63 billones. La caída de la producción estuvo suplida por un aumento de las importaciones, alcanzando las 809900 toneladas. Las exportaciones de aceite de palma fueron de 414400 toneladas, la zona central fue la de mayores exportaciones con 137000 toneladas seguida de la zona norte con sus 132000. La demanda de aceites que alcanzo las 979400 toneladas. Las ventas de aceite de palma crudo en el mercado nacional disminuyeron en un 10,9% alcanzado las 752 mil toneladas.

Para el 2017 se vio un incremento de la producción nacional de aceite de palma, el valor de la producción del sector según Fedepalma (2017c) fue de \$ 3,7 billones, el cual correspondió a un 11 % del PIB agrícola nacional. Las ventas locales alcanzaron las 807400 toneladas, las importaciones de grasas y aceites estuvieron por debajo de las del año anterior, siendo de 778300 toneladas, mientras que el consumo nacional de aceite de palma fue de 1003300. Las exportaciones de aceite de palma alcanzo las 749400 toneladas, presentando un aumento significativo del 80,8 % respecto al año anterior. En este año se vio un notable cierre a la brecha de producción por hectárea como se ve en el gráfico 3, aún persiste la diferencia en tecnología entre Colombia y los grandes productores, lo cual es algo que se tiene que corregir. Igualmente, el sector palmero debe mejorar la imagen que tiene el producto del sector a nivel internacional, las condiciones fitosanitarias e implementar una palmicultura sostenible.

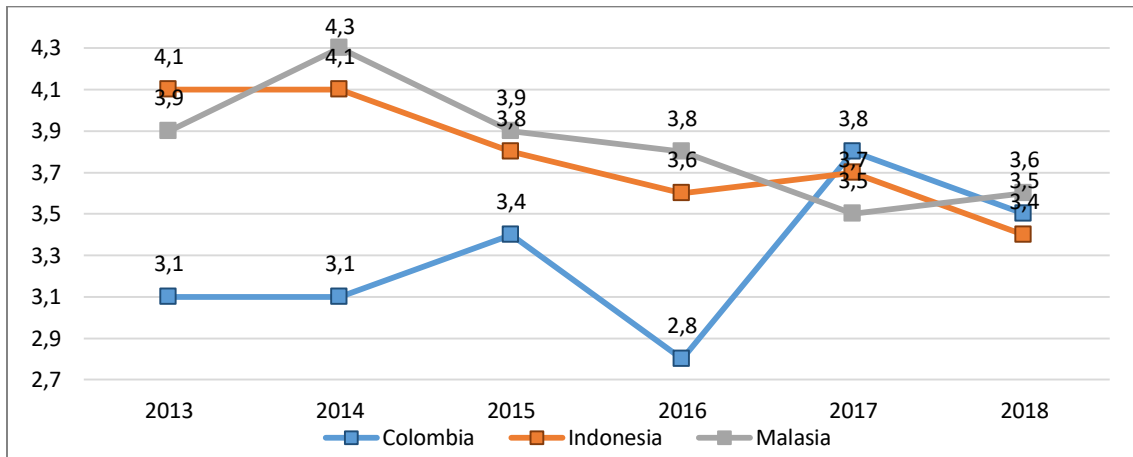
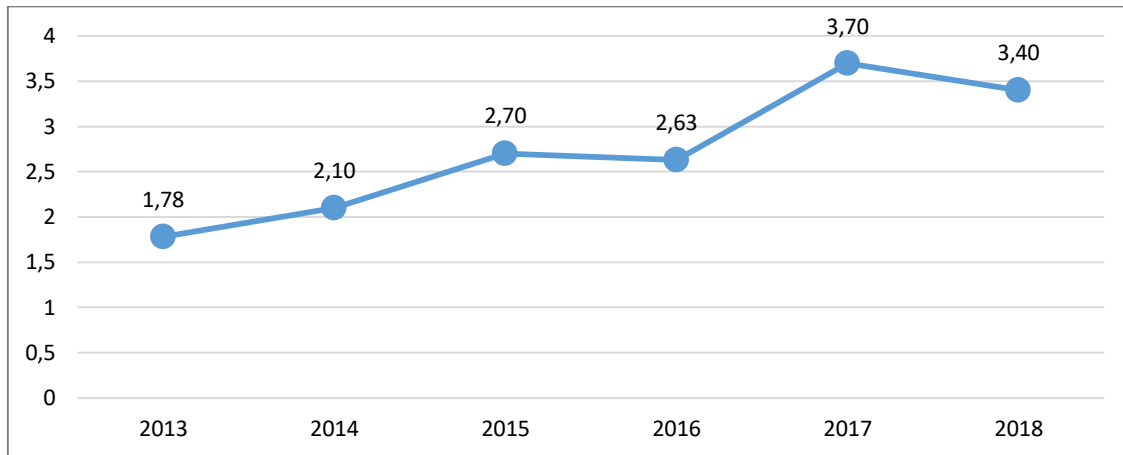


Gráfico 3: Tasa de extracción de toneladas de aceite de palma por hectárea cultivada.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de los informes de gestión de Fedepalma (2020).

De las 537176 hectáreas sembradas de palma de aceite en el país para el 2018, 464166 hectárea se encontraban en fase productiva. Colombia presentó según Fedepalma (2018a) una tasa de extracción de 3,51 toneladas por hectárea en el 2018, mientras Malasia e Indonesia presentaron tasas de 3,42 y 3,61 respectivamente. En este año el valor de la producción total del sector palmero fue de 3,4 billones, un valor inferior al del año anterior como se verá en el Gráfico 4, ficha producción correspondiendo al 8% del PIB agrícola nacional. Mientras las ventas locales fueron cercanas a las 780 mil toneladas, las exportaciones totales del sector palmero (palma y palmiste) fueron de 965 miles de toneladas.



*Gráfico 4: Valor en billones de pesos de la producción del sector palmero.*

*Fuente: Elaboración propia con datos tomados de los informes de gestión de Fedepalma (2020).*

*Nota. El termino Billones corresponde a la escala larga.*

## 5. Eficiencia técnica de las empresas extractoras de aceite de la zona central palmera de Colombia para el periodo 2013-2018.

### 5.1 Media de eficiencia técnica anual de las empresas extractoras de aceite de la zona central palmera de Colombia para el periodo 2013-2018.

La aplicación del modelo DEA dio como resultado los valores utilizados para elaborar la tabla 2, en la cual se muestra el valor máximo, mínimo, promedio y la desviación de la eficiencia técnica con rendimientos variables a escala o Vrste y la eficiencia a escala o Scale. La Vrste presentó una media de 0,689, por lo que la eficiencia técnica del sector en promedio fue cercana al 69%, mientras que su desviación estándar fue de 0,255. El valor máximo fue de 1 indicando que en el sector por lo menos hubo una DMU completamente eficiente desde el punto de vista de la eficiencia técnica y un valor mínimo de 0,05 el cual fue un punto de eficiencia muy bajo, que correspondió a un nivel de eficiencia cerca de un 5%. La scale tuvo un valor promedio de 0,796, una desviación de 0,21 y un mínimo cercano a los 0,24. Al igual que con Vrste, Scale también mostró un valor máximo de 1.

*Tabla 2: Estadísticos descriptivos de los resultados.*

	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación
Vrste	1	0,05	0,69	0,26
Scale	1	0,23	0,80	0,21

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5 se muestran la eficiencia media por año. De estos valores se pudo observar que el crste o eficiencia técnica con rendimientos constantes a escala, es la medida de eficiencia más baja, teniendo ésta un promedio de 0,537, un valor máximo de 0,563 y un mínimo de 0,513. La Vrste o eficiencia técnica con rendimientos variables a escala tuvo una media de 0,689, llegando a su valor máximo 0,730 en el año 2017. En ese año se presentaron altos niveles de producción, en gran medida debido a las buenas condiciones climáticas. El valor mínimo de la Vrste se dio en el año 2013



con 0,668, desde ese año mantuvo una tendencia creciente exceptuando el último año analizado, en el cual presentó una contracción respecto al año anterior.

La Scale o eficiencia de escala, la cual se calcula como el cociente entre crste y vrste permite determinar la eficiencia del tamaño operacional de las DMUs analizadas. Si el tamaño operacional es mayor o menor al óptimo, se le considera ineficiente. Para corregir dicho problema se debe aumentar o disminuir el tamaño. Esta medida de eficiencia presentó una tendencia similar a la de la crste, la media es de 0,796 y su valor mínimo se dio en el año 2017, siendo de 0,757 en contraste con la Vrste, que en este año tuvo su tope máximo. El valor máximo alcanzado por la Scale es de 0,832 y se dio en el año 2014.

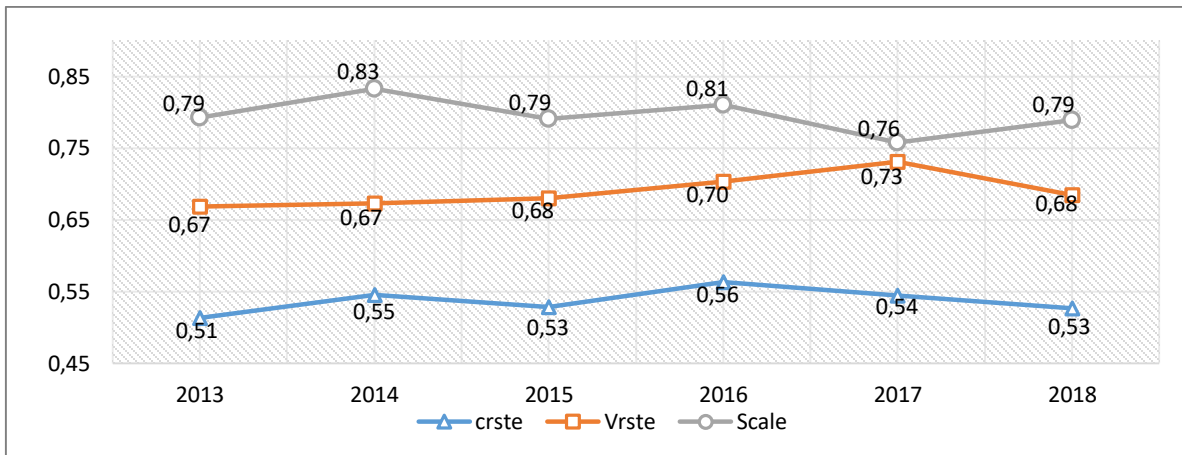


Gráfico 5: Promedio de eficiencia por año.

Fuente: Elaboración propia.

El crecimiento y desarrollo de todo el sector palmero ha sido influenciado constantemente por la intervención de los diferentes entes del sector con el apoyo de otras instituciones como el SENA, por lo cual regularmente y con el fin de mejorar la transferencia tecnológica en el sector, se realizan capacitaciones en temas como el control y manejo de problemas fitosanitarios, comercialización y mercado de aceites (Fedepalma, 2018a). Estas instituciones intervienen también con el fin de reducir la brecha de productividad que hay respecto a los grandes productores, por lo que busca la

implementación de mejores y más sostenibles formas de producción, además de otros aspectos técnicos. Las iniciativas hechas por las instituciones ya mencionadas contribuyen al desarrollo y las mejoras en eficiencia dentro del sector, esto pareció verse en la tendencia de la Vrste.

La sostenibilidad es algo en lo que el sector tiene que mejorar, pues la palmicultura colombiana actual se le reconoce por ser poco amigable con el medio ambiente, debido a que además de un enorme uso de agroquímicos, ha ocasionado deforestación, uso excesivo de agua, modificación de las condiciones del terreno y desvío de afluentes (Aylin et al., 2014). Una palmicultura más sostenible es necesaria para mejorar la imagen y posición del producto de origen colombiano en los mercados internacionales.

También es de reconocer los esfuerzos y estudios que se han hecho en la creación y producción de nuevas variedades de palmas, con lo cual, como menciona Cenipalma (2020), se busca que las nuevas plantas tengan una alta productividad, mayor resistencia a las enfermedades y tolerancia a condiciones limitantes como puede ser la escasez de agua. Todo lo anteriormente mencionado son actividades que han permitido la mejora de la eficiencia y productividad del sector. Se debe destacar el hecho que el año en el cual se presentaron los mayores niveles de eficiencia técnica para las empresas extractoras de la región central de aceite, fue el mismo año en que las condiciones climáticas fueron favorables para los cultivos. A su vez, el año en que las condiciones climáticas resultaron poco favorables, es el segundo año con mayores niveles de eficiencia.

Parece ser que las condiciones climáticas pueden favorecer el buen desempeño de las empresas extractoras de aceite de palma y de todo el sector palmero en términos de eficiencia, pero las malas condiciones del 2016, ocasionadas por el fenómeno del niño, no parecen haber afectado el desempeño de la eficiencia técnica de las empresas dedicadas a la extracción de aceite de la zona central. Esto pudo deberse que las condiciones climáticas en el 2016 y 2017 tuvieron un efecto poco homogéneo en las diferentes regiones del país. El fenómeno del niño en el año 2016 pudo tener un efecto menor del que tuvo en otras zonas mientras que en el 2017, la zona central fue fuertemente

beneficiada por las buenas condiciones climáticas. Esta explicación parece ser posible al considerar que la región central fue la que presentó las menores disminuciones en su producción de aceite de palma debido al fenómeno del niño, siendo esta reducción de tan solo un 2,8% según Fedepalma (2016). La misma zona vio el mayor aumento de producción de aceite de palma a causa de las buenas condiciones climáticas al año siguiente. Según Fedepalma (2017c), dicho aumento fue cercano al 50%.

## 5.2 Rangos de eficiencia para las empresas extractoras de aceite de la zona central palmera para el periodo de tiempo 2013-2018.

En las tablas posteriores se encuentran las observaciones en rangos de eficiencia por año, los cuales permiten catalogar las empresas según su nivel de eficiencias. Los rangos utilizados son: Sobresaliente ( $\geq 0,8$ ), Satisfactorio ( $\geq 0,70 < 0,80$ ), Medio ( $\geq 0,60 < 0,70$ ), Bajo ( $\geq 0,40 < 0,60$ ) y Critico ( $< 0,40$ ). Estos valores de calificación son los empleados por el DNP (2016). La Tabla 3 muestra cuántas empresas se encuentran en cada rango según los resultados de eficiencia técnica con rendimientos variables a escala (Vrste) por año.

*Tabla 3: Rangos por eficiencia técnica con rendimientos variables a escala.*

Rango de eficiencia	2013	2014	2015	2016	2017	2018	total	%
Sobresaliente	12	13	9	13	16	11	74	38,95%
Satisfactorio	4	1	8	4	2	5	24	12,63%
Medio	3	7	3	4	3	1	21	11,05%
Bajo	11	5	7	7	8	10	48	25,26%
Critico	4	7	4	4	2	2	23	12,11%
Total	34	33	31	32	31	29	190	100%
%	17,89%	17,37%	16,32%	16,84%	16,32%	15,26%	100%	

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados de la tabla 3: Rangos por eficiencia técnica con rendimientos variables a escala, se puede afirmar que aproximadamente un 51,6% de las DMUs presenta un nivel de eficiencia mayor o igual al 0,7. Es decir, más de la mitad de las observaciones tuvieron un nivel superior o igual al 70% de eficiencia. El rango sobresaliente contuvo el 38,9% del total de DMUs, siendo este el rango que albergó más observaciones, mientras que el rango crítico tuvo solo un 12,1% del total de observaciones o DMUs. Se vio que el año que más observaciones de empresas aportó a la muestra es el 2013, el último año de estudio (2018) es el que menos observaciones aportó, siendo éstos de 34 y 29 DMUs respectivamente, en los diferentes años de estudios empresas han salido y entrado del mercado. En promedio por año se observó 32 empresas, por lo cual podemos decir en la región central palmera alrededor de 32 empresas se dedican a la elaboración o extracción de aceite al año. El 2017 presentó el mayor número de observaciones en el rango sobresaliente, coincidiendo con el año en que el promedio de vrste alcanzó su punto máximo y con el periodo con mejores condiciones climáticas para el sector palmero.

El rango medio es el que menos observaciones albergó y los dos últimos rangos de la tabla 3 albergaron alrededor de un 37,4% del total de observaciones. Un número considerable de empresas del sector de la región central palmera presentaron niveles de eficiencia superiores o iguales del 80%. El promedio del total de las observaciones analizadas fue de 0,689, lo que indicó que el sector en promedio tuvo una eficiencia técnica cercana al 69% y se ubicaría en el rango medio de eficiencia. Aunado a lo anterior, un considerable número de observaciones se encontraron en los rangos bajo y crítico de eficiencia técnica.

Esto deja claro que algunas de las empresas deben aumentar su eficiencia técnica, ya que los resultados indican un mal aprovechamiento de los recursos. Para ello, dichas empresas deben cambiar o modificar su forma de producción por una más eficiente. La mejora de los resultados de eficiencia aumentaría también la eficiencia media del sector, pues como se mencionó antes, esta es

cercana a 0,69 por lo que se ubica el rango medio de eficiencia. El óptimo es que las empresas del sector se ubiquen en los rangos de eficiencia más altos, logrando los mejores resultados de eficiencia técnica posible, acercándose a la frontera de posibilidades de producción y evitando así el mal uso de recursos.

La Tabla 4 muestra cuántas empresas se encuentran en cada rango por año según los resultados de la eficiencia a escala (Scale) obtenidos del modelo DEA. El rango sobresaliente de eficiencia a escala albergó el 57,37% de las observaciones, a la vez que el rango crítico albergó solo un 3,68% de las observaciones, lo cual quiere decir que más de la mitad de las observaciones tienen eficiencia de escala del 80% o mayor, mientras que menos del 5% de las observaciones tiene eficiencias de escala menores del 40%. Cerca de un 20% de las DMUs se encuentran en los rangos bajo y un 10% en el rango medio. Esto indica que alrededor de un 30% de la muestra presentaron rendimientos de escala iguales o mayores al 40% y menor al 70% de eficiencia.

*Tabla 4: Rango por scale.*

Rango de eficiencia	2013	2014	2015	2016	2017	2018	total	%
Sobresaliente	20	22	18	20	14	15	109	57,37%
Satisfactorio	3	3	3	2	4	3	18	9,47%
Medio	2	2	0	3	5	7	19	10,00%
Bajo	8	5	9	7	7	1	37	19,47%
Critico	1	1	1	0	1	3	7	3,68%
Total	34	33	31	32	31	29	190	100%
%	17,89%	17,37%	16,32%	16,84%	16,32%	15,26%	100%	

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los rangos de la eficiencia a escala, se ve la mayor concentración de observaciones en el rango sobresaliente. Similar a los resultados de eficiencia técnica los rangos bajo y medio albergan una cantidad considerable de DMUs. Al igual a los resultados de eficiencia técnica con rendimientos variables a escala, las ineficiencias a escala indican que algunas empresas del sector deben mejorar

sus resultados. Para eso deben modificar su tamaño operacional, dependiendo de si debe incrementarlo o disminuirlo para ser eficientes.

### 5.3 Las DMUs con menor eficiencia técnica.

En la tabla 5 se muestra el listado de las diez DMUs con los resultados de eficiencia técnica con rendimientos variables a escala más bajos, es decir las observaciones más ineficientes. En dicha tabla la variable Número es el código del establecimiento con el cual las empresas se identifican al presentar la Encuesta Anual Manufacturera, se utilizó ese código para idéntica cuales observaciones pertenecen a una misma empresa. Se identificaron dos empresas que aparecen más de una vez entre las diez observaciones más ineficientes. La empresa identificada con el Número 146358 la cual presenta los 5 mayores niveles de ineficiencia. La empresa identificada con el número 986598 aparece 2 veces y presenta el séptimo, octavo puesto de menor eficiencia.

*Tabla 5: Las DMUs más ineficientes.*

Número	PERIODO	firm	crste	Vrste
146358	2016	74	0,05	0,05
146358	2014	72	0,06	0,06
146358	2015	73	0,07	0,07
146358	2017	75	0,10	0,10
146358	2018	76	0,14	0,14
427196	2013	78	0,10	0,14
986598	2014	179	0,14	0,15
986598	2013	178	0,20	0,20
987626	2016	186	0,23	0,23
427197	2014	80	0,22	0,24

*Fuente: Elaboración propia.*

La tabla 6 muestra los valores proyectados por el modelo DEA en el que las DMUs deben modificar sus entradas o sus salidas para ser eficientes. Se evidenció que los problemas de eficiencia de las 10

observaciones se deben principalmente a las variables Personal ocupado y Gastos financieros. El Valor de ventas indica en cuánto debe aumentar las salidas para alcanzar la frontera de posibilidades de producción. Las variables de entrada representan la cantidad de recursos empelados de forma ineficiente, cuando el valor es cero indica que dicha entrada fue eficiente, cuando es negativo indica en cuanto el valor de dicha entrada supero al valor óptimo.

*Tabla 6: Valor estimado para que las 10 observaciones más ineficientes alancen la frontera de posibilidades de producción.*

Número	PERIODO	Desplazamiento requerido para ser eficiente					
		Valor de ventas	Gastos operaciones	Gastos administrativos	Gastos financieros	Personal ocupado	Activos fijos
146358	2016	42805023,43	0,00	0,00	0,00	-18,16	0,00
146358	2014	61216435,07	0,00	0,00	-22152,53	-22,18	0,00
146358	2015	43786150,14	0,00	0,00	0,00	-28,73	0,00
146358	2017	48962953,40	0,00	0,00	-16431,32	-20,46	-609248,61
146358	2018	32678117,72	0,00	0,00	-4791,02	-16,15	-390559,37
427196	2013	109775393,37	0,00	0,00	-24826,64	0,00	-19028180,41
986598	2014	29203554,00	-3225803,25	0,00	-4536,68	-2,82	0,00
986598	2013	25691480,29	0,00	0,00	-59155,47	-2,19	0,00
987626	2016	34324450,81	0,00	-1359109,12	-246625,68	0,00	0,00
427197	2014	79374844,21	0,00	-59510,95	0,00	0,00	-52026058,63

*Fuente: Elaboración propia.*

Nota. A excepción de la variable Personal ocupado todas las variables presentadas en la tabla están en miles de pesos.

Los datos más reciente presentados en la tabla 6 pertenecen a la empresa con los peores resultados de eficiencia. En el año 2017 los resultados indicaron que dicha empresa debería de haber vendido \$48962953400 más. Además, presentó un mal aprovechamiento de recursos, pues tenía contratados cerca de 20 empleados más de los necesarios. El valor de sus activos fijos fue de \$609248610 más de lo requerido y sus gastos financieros estuvieron \$16431320 por encima de lo necesario. En el 2018 tuvo cerca de 16 empleados más de los necesarios, los gastos financieros

estuvieron \$4791020 por encima de los necesarios y los activos fijos \$390559370 por encima de los óptimos, además de que su valor de ventas debió haber sido \$32678117720 mayor.

De acuerdo con los resultados obtenidos los gastos financieros y el número de empleados son las dos principales causas de ineficiencias entre las observaciones más ineficientes. Además, en la tabla 7, la cual está ubicada en el Anexo B y muestra todos los resultados se ve que esas dos mismas variables fueron las que más veces resultaron ser ineficientes. Las ineficiencias en gastos financiero pueden deberse a que las empresas tengan una mala planeación financiera y esto haga que recurran a gastos innecesarios. También puede ser a causa de condiciones desfavorables al momento en que las empresas extractoras de aceite buscan acceder a créditos, lo cual es posible al considerar que las ayudas de financiamiento y las líneas especiales de crédito en el sector palmero están enfocadas en los palmicultores. Respeto al personal que ocupan las empresas extractoras de aceite, está resultado ser la variable que más veces mostró ser ineficiente en la tabla 6. Esto hace considerar que las empresas deben evaluar si emplean la cantidad adecuada de personal y hacer la debida corrección de ser necesario.



## 6. Conclusiones y Recomendaciones

Al momento de tratar el crecimiento del sector palmero se debió tener en cuenta el trabajo realizado por instituciones como Fedepalma y Cenipalma, cuyo esfuerzo contribuye ampliamente al mejoramiento y desarrollo del sector. La intervención de estas instituciones ha permitido que el sector mejore técnicamente, reduciendo así la brecha que hay entre Colombia y otros productores. El reducir dicha brecha es fundamental para el crecimiento del sector, además de hacerlo más competitivo en los mercados internacionales. También es de destacar que se ha requerido de la intervención de dichas instituciones para solucionar problemas fitosanitarios y de sostenibilidad, esto mediante la capacitación constante a los palmicultores y la mejora de los procesos.

Una de las mayores críticas al sector ha sido que debe reducir el impacto ambiental que tiene la palmicultura en el ecosistema. Con el fin de dar solución a estas problemáticas, además de la capacitación y tecnificación Cenipalma ha realizado estudios genéticos para crear e introducir nuevas variedades de palmas. Con ello se busca que estas cuenten con más resistencia ante plagas, sequías, una menor necesidad de agua, un crecimiento acelerado o mayor productividad. Las nuevas plantas, junto a la capacitación y tecnificación son medidas que han contribuido de forma positiva con el desarrollo del sector, como se ve con la tendencia mayormente creciente de la tasa de producción por hectárea cultivada. Se recomienda dar continuidad a estas iniciativas.

Otra recomendación al sector palmero es que debe mejorar, ampliar o modernizar los sistemas de riego, esto quedó claro en año 2016. Ya que debido a la imposibilidad de llevar agua a los cultivos no se pudieron disminuir los efectos del fenómeno del niño. En consecuencia, se redujo la producción y ocasionó la necesidad de aumentar las importaciones de grasas y aceites durante ese año. Aunque la región central no fue afectada en gran medida por la escasez del recurso hídrico, otras regiones palmeras del país si se vieron fuertemente perjudicadas. Los efectos positivos de un

buen sistema de riego en la producción y rendimientos de un sector agrícola o agroindustrial se vieron en investigaciones como la de Camacho y López (2004) y la de Olmedo, et al. (2017).

Los resultados del DEA dejaron ver ineficiencias entre las empresas dedicadas a la extracción y elaboración de aceite en la región central, las empresas ineficientes deben modificar la forma en la que emplean recursos en los procesos productivos. Por lo tanto, se recomienda corregir la mala distribución o uso de dichos recursos. Se hace especial énfasis en los gastos financieros y el número de personal ocupado, pues éstos fueron las entradas que más mostraron ser causa de ineficiencias. Se puede decir por los resultados obtenidos que algunas empresas tienen una mala planificación financiera y deben reducir sus gastos financieros, para esto puede ser necesario solicitar a las instituciones del sector líneas de créditos especiales similares a las de los palmicultores. También se vio que ciertas empresas deben de reducir la cantidad de personal ocupado.

Al culminar este trabajo surgieron alguna sugerencia o consideraciones pertinentes para futuros estudios de eficiencia del sector palmero. La primera es estudiar la eficiencia de los cultivos de palma por medio de la metodología DEA. El presente trabajo se centró en determinar la eficiencia técnica de las productoras de aceite. Dado que las instituciones del sector han enfocado muchas de sus intervenciones a los palmicultores, surge la necesidad de estudiar la eficiencia técnica de los cultivos. Los resultados de dicho estudio junto al estudio de las extractoras de aceite darán más información con la cual formular mejores recomendaciones para alcanzar un mayor crecimiento sectorial.

También se debe considera para futuros estudios el efecto de las condiciones climáticas sobre el sector. Al considerar que el producto del sector se trata un commodity que debe ser extraído de los cultivos de la palma de aceite no es inusual tal relación, como se vio en el año 2016 cuando el sector fue afectado por la falta de lluvias. Pero debido al alcance de este trabajo no se pudo determinar la verdadera relevancia de estos factores sobre la eficiencia. Para futuros trabajos se recomienda incluir variables que representes los factores climáticos como la cantidad de precipitaciones. Si

aunado a esto se estudia también la eficiencia de los sistemas de riego y su efecto sobre la producción de palma de aceite, se obtendría información que permita tomar las decisiones correctas en las épocas que el clima no sea favorable, por ejemplo, la cantidad adecuada de agua que se debe emplear en el riego en épocas de sequías para que no se vea perjudicados los rendimientos del sector.

## Bibliografía

- Amindoust, A., Ahmed, S., & Saghafinia, A. (2012). Supplier performance measurement of palm oil industries from a sustainable point of view in malaysia. *BioTechnology: An Indian Journal*, 6(6), 155–158.
- Aylin, P. :, Pertuz Martínez, P., Enrique, Á., & Escobar, S. (2014). *LA PALMICULTURA COLOMBIANA: SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL* (Vol. 1).
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.  
<https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Becerril-Torres, O. U., Rodríguez Licea, G., & Ramírez Hernández, J. J. (2011). Eficiencia técnica del sector agropecuario de México: Una perspectiva de análisis envolvente de datos. *Economía*, (31), 85–110.
- Brito, J., & Costa, P. (2013). *Economic growth as the result of firms' aggregate performance: Evidence from the OECD countries. An International Journal-ISSN* (Vol. 3).
- Buitrago Suescú, O. Y., Espitia Cubillos, A. A., & Molano García, L. (2017). Análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior: una revisión del estado del arte. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 147.  
<https://doi.org/10.21830/19006586.84>
- Bustillo-Pardey, A. E., Sarria, G., Aldana-De La Torre, R. C., & Arango, M. (2016). *Guía de bolsillo para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades e insectos plaga en el cultivo de la palma de aceite*. Retrieved from  
<http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Semanario Palmero/12 - 13 abril/Guía de bolsillo plagas.pdf>
- Celso Arellano, P. L., & Cortés Fregoso, J. H. (2010). ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA RELATIVA DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA: EL CASO DE MÉXICO Analysis of the sugar agrindustry ' s

relative technical efficiency : The case of Mexico. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XIV, num.(Enero-Junio 2010), 202–213.

Cenipalma. (2019). Cenipalma alerta sobre impacto del fenómeno de El Niño y recomienda hacer uso eficiente del agua. Retrieved February 1, 2020, from <https://www.cenipalma.org/actualidad/cenipalma-alerta-sobre-impacto-del-fenomeno-de-el-nino-y-recomienda-hacer-uso-eficiente-del-agua/>

Cenipalma. (2020). Cenipalma » ADAPTACIÓN Y PRODUCCIÓN DE VARIEDADES (CULTIVARES). Retrieved April 6, 2020, from <https://www.cenipalma.org/variedadesmejoradas/adaptacion-y-produccion-de-variedades-cultivares/>

Charnes, A., Cooper, W. 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)

Colombia Productiva. (2014). Lanzas campaña contra venta y consumo de aceite ilegal. Retrieved September 8, 2019, from <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-comunica/noticias/lanzan-campana-contra-venta-y-consumo-de-aceite-il>

Costa, A. O., Oliveira, L. B., Lins, M. P. E., Silva, A. C. M., Araujo, M. S. M., Pereira, A. O., & Rosa, L. P. (2013). Sustainability analysis of biodiesel production: A review on different resources in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 407–412. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.005>

DNP. (2016). Apuntes sobre consulta previa con grupos étnicos. *Evaluación Del Desempeño Integral De Los Municipios Y Distritos, Vigencia 2015*, (2027–5838), 119. Retrieved from <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/Asuntos-Etnicos/Paginas/asuntos-etnicos.aspx>

Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency <http://www.jstor.org/stab>. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253–290. Retrieved from <http://goo.gl/AFhm2N>

Fedepalma. (n.d.). ¿Quiénes somos? Retrieved October 16, 2019, from

<http://web.fedepalma.org/quienes-somos-cenipalma>

Fedepalma. (2014). Informe de, (07121504), 1–2.

Fedepalma. (2015). Informe de Gestión 2015 Fedepalma. Retrieved from  
<http://web.fedepalma.org/bigdata/InformedeGestiondeFedepalma2015.pdf>

Fedepalma. (2017a). Boletín El Palmicultor. *Núm. 550 Diciembre*, (552). Retrieved from  
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/issue/view/1353>

Fedepalma. (2017b). Entorno económico y desempeño del sector palmero en 2016 y perspectivas 2017, 68. Retrieved from  
[http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Semanario Palmero/30 de marzo/27032017\\_Contexto\\_Desempeño\\_2016\\_fin.pdf](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Semanario_Palmero/30_de_marzo/27032017_Contexto_Desempeño_2016_fin.pdf)

Fedepalma. (2017c). Informe de Gestión Fedepalma 2017. *Gestión Gremial de Fedepalma*, (1), 15–223.

Fedepalma. (2018a). Informe de Gestión Fedepalma 2018.

Fedepalma. (2018b). Producción mensual de aceite de palma crudo, 1–12. Retrieved from  
[http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/BET\\_MARZO\\_2018\\_baja calidad.pdf](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/BET_MARZO_2018_baja_calidad.pdf)

Fedepalma. (2019a). Cenipalma lanza S.O.S. al Gobierno para salvar la palma de aceite. Retrieved February 1, 2020, from <http://web.fedepalma.org/cenipalma-lanza-sos-gobierno-salvar-palma-de-aceite>

Fedepalma. (2019b). La palmicultura colombiana enfrentó uno de sus años más difíciles en 2018, aunque la producción se mantuvo constante respecto a 2017. Retrieved September 29, 2019, from <http://web.fedepalma.org/la-palmicultura-colombiana-enfrento-uno-de-sus-anos-mas-dificiles-en-2018-aunque-la-produccion-se-mantuvo-constante-respecto-a-2017>

FEDEPALMA. (2016). Informe Gestión Fedepalma 2016. *Fedepalma*, 122.  
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-1026.2012.24.008>

Fedeplama. (2013). Fedepalma 2013.

- Francia, G. M. N. A. A. G. A. S. G. A. T., Aldana, V. C. N. S. S. H. A. J. G. A. R., & Burgos, L. C. M. Ó. M. y C. A. (2009). Manejo integrado de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite.
- Hemthrot Acosta, L. C. (2018). Factores determinantes de eficiencia técnica en dos grupos de cooperativas del sector industrial agrícola en Colombia.
- ICA. (2019). Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Retrieved October 9, 2019, from <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-cenipalma-palmicultura-zona-centro>
- Iraizoz, B., & Zabaleta, I. (2001). EL EFECTO DEL CAPITAL FÍSICO Y HUMANO EN EL CRECIMIENTO DE LA, (January 2014).
- Maldonado, H., Abad, A. V., General, S., Técnicos, D., Efraín, E., & Delgado, F. (2009). Metodología Encuesta Anual Manufacturera. Retrieved from <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/EAM.pdf>
- MARO. (2014). Retrieved October 5, 2019, from <https://www.maro.com.co/>
- Marsila, S. (2019). EFFICIENCY FOR AGRO-BASED INDUSTRIAL SUB- SECTOR IN MALAYSIA USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS ( DEA ), 18(6), 1–11.
- Mokate, K. (2000). Instituto Interamericano para el Desarrollo Social (INDES), 37. Retrieved from [https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/gover\\_2006\\_03\\_eficacia\\_eficiencia.pdf](https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/gover_2006_03_eficacia_eficiencia.pdf)
- Morelos Gómez, J. (2016). Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. *Estudios Gerenciales*, 32(139), 120–126. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.01.001>
- Moreno Moreno, J. J. (2019). Sostenibilidad global de la agricultura en América Latina y El Caribe: evaluación de diferentes niveles de eficiencia e índice de productividad, utilizando el análisis envolvente de datos. Retrieved from <https://idus.us.es/xmlui/handle//11441/81100>
- Olmedo Vázquez, V. M., Minjares Lugo, J. L., Camacho Poyato, E., Hernández Hernández, M. L., & Rodríguez Díaz, J. A. (2017). Uso del análisis envolvente de datos (DEA) para evaluar la eficiencia de riego en los módulos del distrito de riego no. 041, río yaqui (sonora, México).

*Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(2), 127–148.

- Pastor, J. M., & Serrano, L. (2000). Crecimiento de la productividad y su descomposición en proceso técnico y cambio de eficiencia: una aplicación sectorial y regional en España (1964-93).
- Pineda Acero, J. A., Cervera Muñoz, A., & Oviedo García, W. (2017). Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en Colombia por actividad económica. *Civilizar*, 17(32), 133. <https://doi.org/10.22518/16578953.823>
- Quesada, V. M. (2003). Estimación de la eficiencia mediante análisis envolvente de datos.
- RAE. (2014). eficiencia | Definición de eficiencia - «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Retrieved October 12, 2019, from <https://dle.rae.es/?id=EPVwpUD>
- Ricardo Schuschny, A. (2007). *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO 2 en América Latina y el Caribe estudios estadísticos y prospectivos 46 Santiago de Chile, enero de 2007*. Retrieved from [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4752/1/S0700014\\_es.pdf?fbclid=IwAR18KXGquSSBnRwTkhe6585IJdxcM1-IE2MsAgEWSz3o5cZbdVqt6wz9ITE](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4752/1/S0700014_es.pdf?fbclid=IwAR18KXGquSSBnRwTkhe6585IJdxcM1-IE2MsAgEWSz3o5cZbdVqt6wz9ITE)
- Rodríguez Díaz, J. A., Camacho Poyato, E., & López Luque, R. (2004). Applying benchmarking and data envelopment analysis (DEA) techniques to irrigation districts in Spain. *Irrigation and Drainage*, 53(2), 135–143. <https://doi.org/10.1002/ird.128>
- Rodríguez, G. (2003). Medición de la eficiencia relativa en dos subsectores de la economía, (22), 121–144.
- Saborido, J. (2013). Modelos DEA de metafrontera: un análisis temporal usando el índice de Malmquist. *Universidad de Sevilla*, 116. Retrieved from <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5291/fichero/MODELOS+DEA+DE+METAFRONTERA.pdf>
- Seiford, L. M., & Thrall, R. M. (1990). Recent developments in DEA. The mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of Econometrics*, 46(1–2), 7–38. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90045-U](https://doi.org/10.1016/0304-4076(90)90045-U)



- Soares Alves, A. V., Silva Soares, N., Pinheiro de Sousa, E., & Moquete Guzmán, S. J. (2017). Eficiencia técnica y de escala de la producción de sisal en el estado de Bahía (Brasil). *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, 44(81), 39–65. <https://doi.org/10.21678/apuntes.81.805>
- Steven, W., & Pineda, P. (2018). Eficiencia técnica en la producción de papa en el departamento de Boyacá usando dea ( análisis envolvente de datos ).
- Triana, J. (2013). Panorama de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en la Zona Norte del País: Situación actual, Retos y Perspectivas. *Fedepalma*, 1–49.

## Anexo A

### Datos del sector palmero Tomados de MARO

La Gráfico 6 presenta el valor de las exportaciones de aceite de palma anualmente, gran parte de las cuales van dirigidas a Países Bajos. El Gráfico 7 muestra que el valor de sus ventas anuales también ha mantenido una tendencia creciente, según MARO (2019).

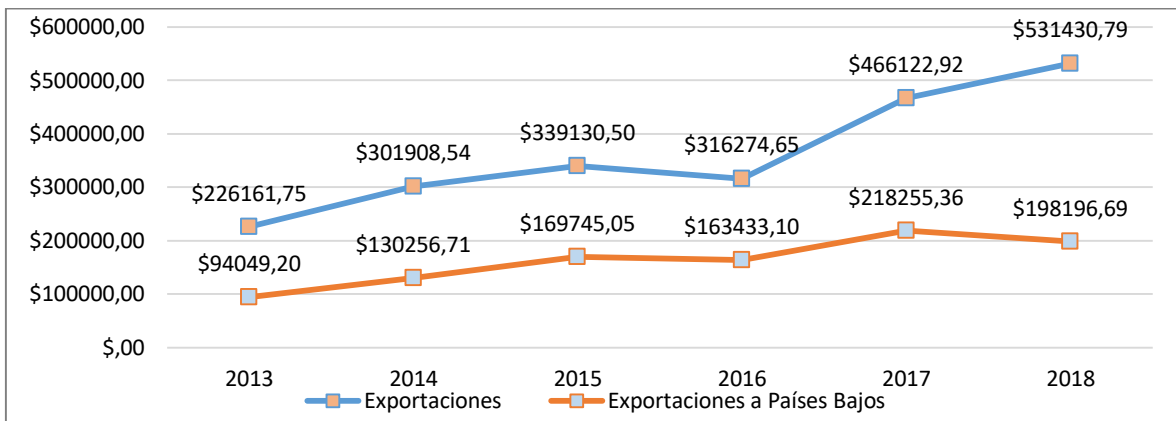


Gráfico 6: Exportaciones de aceites de palma (en miles dólares).

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de Maro (2019).

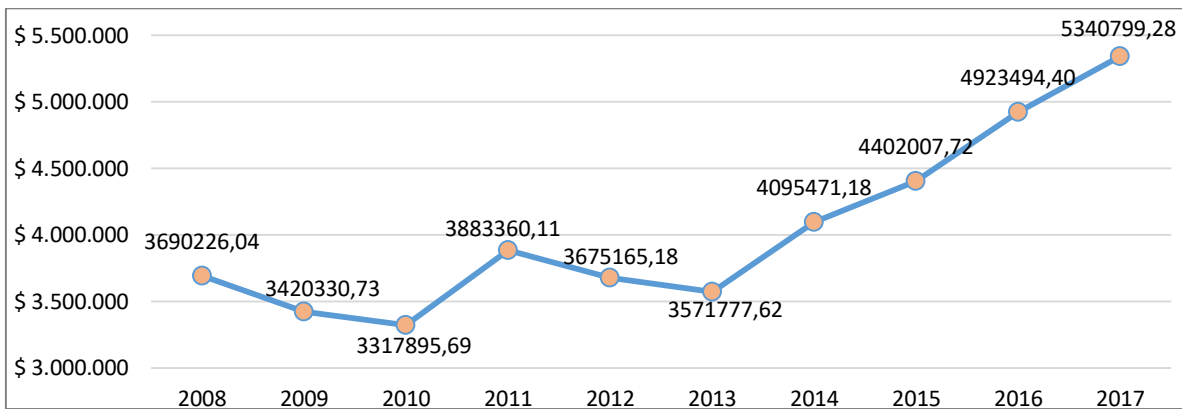


Gráfico 7: Ventas anuales en millones de pesos colombianos.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de Maro (2019).

## Anexo B

### Resultados del Modelo DEA

En la tabla 7 se presentan los resultados de eficiencia técnica con rendimientos variables a escala (Vrst) de cada una de las observaciones estudiadas. El valor de la variable Número corresponde al código de identificación de establecimiento de cada empresa y la variable periodo corresponde al año. Los valores proyectados en los que deberían de disminuir las entradas para que cada observación sea eficiente se presentan bajo su correspondiente nombre de variable. Las variables que tienen un valor cero indican que se emplearon adecuadamente, por lo que no debe reducir la cantidad empleada de dicho recurso. Una DMUs eficiente es la cual emplea de forma óptima todos sus recursos en el proceso de producción por lo que no debe modificar ninguna de sus entradas.

*Tabla 7: Resultados.*

Nordest	PERIODO	Vrste	Gastos operacionales	Gastos administrativos	Gastos financieros	Personal ocupado	Activos fijos
140464	2018	0,505	0,00	0,00	3588,65	19,75	23868835,70
140535	2018	0,848	3547463,32	426945,28	8748,59	2,15	0,00
141657	2014	0,316	0,00	0,00	40962,19	0,00	2979645,23
141657	2015	0,349	0,00	0,00	8578,25	8,48	0,00
141657	2016	0,295	0,00	0,00	18923,39	0,00	0,00
141657	2017	0,631	0,00	0,00	87332,37	29,43	96373244,00
141657	2018	0,557	0,00	0,00	56645,34	8,75	0,00
141755	2013	0,831	0,00	0,00	0,00	12,57	0,00
141755	2014	0,498	0,00	512665,63	0,00	0,00	0,00
141755	2015	0,689	1667664,27	765743,03	0,00	0,00	0,00
141755	2016	0,791	3729861,93	2397158,16	0,00	0,00	0,00
141755	2017	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
141857	2013	0,994	0,00	456744,64	0,00	0,00	2433756,39
141857	2014	0,900	115625,32	326564,60	42,15	1,51	0,00
141857	2015	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
141857	2016	0,747	777374,09	0,00	0,00	2,76	0,00
141857	2017	0,801	0,00	0,00	157540,60	17,89	0,00
141857	2018	0,848	3547463,32	426945,28	8748,59	2,15	0,00

142068	2014	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
142068	2015	0,349	0,00	0,00	8578,25	8,48	0,00
142068	2016	0,351	18491283,91	1344507,81	22429,85	17,14	0,00
142068	2017	0,580	34848656,30	2449286,28	44995,19	46,50	0,00
142068	2018	0,755	32660962,32	2770688,71	69056,33	51,84	0,00
142077	2013	0,424	0,00	15280,04	0,00	0,00	0,00
142077	2014	0,388	0,00	807324,88	0,00	17,33	0,00
142077	2015	0,400	487370,49	738682,57	0,00	0,00	0,00
142077	2016	0,464	1888374,78	229042,83	0,00	0,00	0,00
142077	2017	0,456	2415085,85	211212,99	745877,10	45,26	0,00
142077	2018	0,422	3705118,78	239613,22	766,69	37,86	0,00
142078	2013	0,415	13117418,19	9275243,64	0,00	0,00	0,00
142078	2014	0,397	4367562,59	649839,68	101021,63	37,32	0,00
142078	2015	0,415	0,00	1178463,98	30921,67	120,51	0,00
142078	2016	0,829	4651391,29	705024,30	0,00	14,96	0,00
142078	2017	0,630	17751654,60	5162711,40	14564,26	114,66	0,00
142078	2018	0,625	7347108,52	9562716,54	23488,05	128,94	0,00
142083	2013	0,742	354503,78	3111463,02	0,00	0,00	0,00
142083	2014	0,626	0,00	0,00	0,00	35,08	0,00
142083	2015	0,822	4252778,41	6615128,15	161411,47	50,51	0,00
142083	2016	0,462	0,00	0,00	16434,55	11,72	0,00
142083	2017	0,500	0,00	0,00	14148,66	21,46	0,00
142161	2013	0,883	0,00	394548,11	14599,18	0,00	0,00
142161	2014	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
142161	2015	0,555	0,00	10718296,61	0,00	136,45	0,00
142161	2016	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
142161	2017	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
142161	2018	0,905	144355,69	0,00	0,00	0,00	254869,35
144001	2013	0,454	0,00	0,00	349090,05	6,27	0,00
144001	2014	0,314	43129,25	247150,55	23048,87	0,00	0,00
144001	2015	0,555	0.00010718296.613	0,00	136,45	0,00	
144001	2016	0,558	318750,35	340879,43	17163,09	2,22	0,00
144001	2017	0,636	1248073,42	0,00	32351,49	38,63	0,00
144001	2018	0,464	1490172,24	0,00	31019,39	18,92	0,00
145892	2013	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
145892	2014	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
145892	2015	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
145892	2016	0,474	0,00	1030982,52	29912,84	0,00	0,00
145892	2017	0,492	0,00	0,00	479,77	0,00	984465,40

145892	2018	0,406	0,00	3566,40	496,02	0,00	814551,26
145957	2013	0,729	0,00	828303,99	42348,49	0,00	0,00
145957	2014	0,763	0,00	0,00	48569,95	6,31	0,00
145957	2015	0,735	0,00	0,00	11221,74	0,00	0,00
145957	2016	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
145957	2017	0,992	0,00	1703302,89	0,00	23,55	0,00
145957	2018	0,931	10297527,68	2894423,17	11820,55	23,91	0,00
146255	2013	0,540	0,00	1235887,92	0,00	81,40	0,00
146255	2014	0,593	0,00	0,00	528990,54	24,18	0,00
146255	2015	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
146255	2016	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
146255	2017	0,777	52659127,19	3522679,39	516284,32	55,96	0,00
146255	2018	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
146358	2013	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
146358	2014	0,061	0,00	0,00	22152,53	22,18	0,00
146358	2015	0,069	0,00	0,00	0,00	28,73	0,00
146358	2016	0,049	0,00	0,00	0,00	18,16	0,00
146358	2017	0,104	0,00	0,00	16431,32	20,46	609248,61
146358	2018	0,140	0,00	0,00	4791,02	16,15	390559,37
146462	2017	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
427196	2013	0,140	0,00	0,00	24826,64	0,00	19028180,41
427197	2013	0,331	239299,72	0,00	75058,90	12,78	0,00
427197	2014	0,240	0,00	59510,95	0,00	0,00	52026058,63
427197	2015	0,481	0,00	1484531,31	0,00	0,00	28841531,13
427197	2016	0,417	0,00	0,00	72244,13	0,00	1554244,05
427197	2017	0,454	908160,53	0,00	60622,53	0,00	24619654,84
427197	2018	0,312	0,00	0,00	63355,36	3,18	28373007,70
865231	2013	0,310	659137,13	431663,48	89673,13	0,00	0,00
865231	2014	0,429	783164,63	135438,10	28200,74	0,00	0,00
865231	2015	0,448	509278,26	178877,89	37280,74	0,00	0,00
865242	2013	0,800	8104928,32	0,00	135783,47	0,00	61290632,85
865242	2014	0,816	4853593,47	0,00	720116,07	0,00	65682203,73
865242	2015	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
865242	2016	0,926	0,00	2360688,63	0,00	0,00	25898232,70
865242	2017	0,841	976150,92	2809196,11	0,00	0,00	228466860,14
865320	2013	0,786	0,00	0,00	0,00	8,52	0,00
865544	2013	0,698	0,00	0,00	12159,58	9,82	0,00
865544	2014	0,673	0,00	0,00	0,00	8,12	0,00
865544	2015	0,782	0,00	0,00	11394,00	7,18	0,00

<b>865544</b>	2016	0,751	0,00	0,00	0,00	13,18	0,00
<b>865544</b>	2017	0,296	0,00	0,00	0,00	6,34	0,00
<b>865544</b>	2018	0,440	0,00	0,00	1233,41	5,44	622219,17
<b>866233</b>	2013	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>866233</b>	2014	0,911	0,00	0,00	0,00	21,79	0,00
<b>866233</b>	2015	0,751	0,00	18227222,52	581839,01	52,57	0,00
<b>866233</b>	2016	0,875	0,00	0,00	0,00	56,60	0,00
<b>973630</b>	2013	0,588	6635515,81	0,00	18800,30	40,90	46232416,52
<b>973630</b>	2014	0,645	4143510,23	0,00	38406,51	26,95	159587643,44
<b>973630</b>	2015	0,743	3384584,29	0,00	101666,66	24,68	157017409,19
<b>973630</b>	2016	0,695	837491,94	0,00	227711,10	35,88	159236044,50
<b>973630</b>	2017	0,570	0,00	0,00	26798,05	0,00	<b>18111932,79</b>
<b>973630</b>	2018	0,542	273420,22	0,00	78849,29	0,00	44311375,00
<b>977939</b>	2013	0,588	6635515,81	0,00	18800,30	40,90	46232416,52
<b>977939</b>	2014	0,645	4143510,23	0,00	38406,51	26,95	159587643,44
<b>977939</b>	2015	0,743	3384584,29	0,00	101666,66	24,68	157017409,19
<b>977939</b>	2016	0,695	837491,94	0,00	227711,10	35,88	159236044,50
<b>977939</b>	2017	0,803	223656,27	0,00	110158,51	14,04	153798507,13
<b>977939</b>	2018	0,701	0,00	0,00	81683,59	0,00	1090109,09
<b>980724</b>	2013	0,999	0,00	0,00	3334,86	0,00	0,00
<b>980724</b>	2014	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>980724</b>	2015	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>980724</b>	2016	0,973	2588943,52	0,00	0,00	0,00	14853195,54
<b>980724</b>	2017	0,987	0,00	0,00	225809,12	0,00	0,00
<b>980724</b>	2018	0,709	4456865,26	3548735,65	0,00	0,00	18337912,46
<b>981398</b>	2013	0,463	4788588,33	284221,62	0,00	20,77	0,00
<b>981398</b>	2014	0,494	0,00	0,00	194574,36	10,17	0,00
<b>981398</b>	2015	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>981398</b>	2016	0,973	2588943,52	0,00	0,00	0,00	14853195,54
<b>981398</b>	2017	0,987	0,00	0,00	225809,12	0,00	0,00
<b>981398</b>	2018	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>981400</b>	2013	0,480	1295564,51	0,00	13002,11	9,64	0,00
<b>981400</b>	2014	0,655	4427787,66	0,00	234940,54	0,00	12394710,43
<b>981400</b>	2015	0,431	0,00	0,00	17394,17	0,00	0,00
<b>981400</b>	2016	0,614	1608675,69	0,00	34012,52	0,00	15989139,44
<b>981400</b>	2017	0,727	0,00	0,00	35896,15	0,00	11305320,75
<b>981400</b>	2018	0,706	0,00	0,00	82279,82	0,00	1611929,28
<b>986481</b>	2013	0,639	5804062,67	6070384,83	122023,57	72,76	0,00
<b>986481</b>	2014	0,667	3704859,51	4363073,10	106417,52	104,61	0,00

986481	2015	0,618	2740233,99	4321056,42	90073,95	86,49	0,00
986481	2016	0,673	3884344,97	6256606,81	94392,71	96,87	0,00
986481	2017	0,806	3104349,21	8690566,40	89384,45	115,78	0,00
986481	2018	0,735	1963289,90	9350459,16	81448,39	64,40	0,00
986489	2013	0,900	1165332,28	0,00	14301,31	79,07	18557613,15
986489	2014	0,918	0,00	19018426,85	0,00	0,00	98806505,50
986489	2015	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986489	2016	0,989	0,00	530248,54	5061,39	23,62	0,00
986489	2017	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986489	2018	0,987	0,00	1891653,91	93432,99	0,00	0,00
986490	2013	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986490	2014	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986495	2013	0,593	6721164,50	0,00	18916,31	40,64	47081961,21
986495	2014	0,650	4207602,52	0,00	38692,11	26,70	161417736,06
986495	2015	0,749	3442111,70	0,00	102499,48	24,44	158825268,72
986495	2016	0,700	872986,43	0,00	229634,23	35,70	161063095,77
986495	2017	0,809	253840,95	0,00	111064,79	13,61	155578522,43
986495	2018	0,514	0,00	0,00	107202,28	87,41	448909936,45
986498	2013	0,681	0,00	0,00	4694711,02	0,00	0,00
986498	2014	0,944	1371819,06	9912730,46	0,00	48,45	0,00
986498	2015	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986498	2016	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986498	2017	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986498	2018	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986499	2013	0,900	1165332,28	0,00	14301,31	79,07	18557613,15
986499	2014	0,953	2248231,16	42019744,11	0,00	445,38	17766300,27
986499	2015	0,623	0,00	13129786,03	0,00	112,49	0,00
986499	2016	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986499	2017	0,894	929238,17	6715932,55	0,00	0,00	
986499	2018	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986500	2013	0,922	1369638,24	0,00	14712,21	65,46	21809800,23
986500	2014	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986500	2015	0,767	0,00	18616079,37	608124,69	38,62	0,00
986500	2016	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986500	2017	0,894	929238,17	6715932,55	0,00	0,00	255352073,04
986500	2018	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986576	2013	0,411	0,00	418075,20	560,30	0,00	0,00
986576	2014	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986576	2015	0,767	0,00	18616079,37	608124,69	38,62	0,00

986576	2016	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
986576	2017	0,475	3507641,44	0,00	9990,10	0,00	0,00
986576	2018	0,511	1374173,04	947832,05	17521,69	0,00	0,00
986598	2013	0,196	0,00	0,00	59155,47	2,19	0,00
986598	2014	0,147	3225803,25	0,00	4536,68	2,82	0,00
986598	2015	0,257	0,00	0,00	85086,50	9,57	0,00
986598	2016	0,454	0,00	0,00	58505,01	0,00	0,00
986598	2017	0,511	0,00	210094,16	0,00	0,00	0,00
986598	2018	0,455	0,00	0,00	99520,74	8,57	0,00
987626	2013	0,523	0,00	0,00	0,00	42,60	0,00
987626	2014	0,568	0,00	0,00	0,00	36,73	0,00
987626	2016	0,234	0,00	1359109,12	246625,68	0,00	0,00
987628	2013	0,765	0,00	0,00	2369,50	51,82	0,00
987628	2016	0,512	0,00	0,00	5391,20	45,78	0,00
987628	2017	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
987628	2018	0,841	0,00	0,00	12726,72	40,28	0,00
<b>Promedio</b>		0,690	1847616,48	1484068,29	80230,10	20,24	19040653,09

Fuente: Elaboración propia.