



Eficiencia técnica y de escala de la producción de sisal en el estado de Bahía (Brasil)

ADRIELLE VICTORIA SOARES ALVES
Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil
adriellevictoria@gmail.com

NAISY SILVA SOARES
Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil
naisysilva@yahoo.com.br

ELIANE PINHEIRO DE SOUSA
Universidade Regional do Cariri, Brasil
pinheiroeliane@hotmail.com

SÓCRATES JACOBO MOQUETE GUZMÁN
Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil
socrates@uesc.br

Resumen. Este estudio tiene como objetivo medir los índices de eficiencia técnica del arreglo productivo local de sisal en Bahía. Se utilizó el modelo de análisis envolvente de datos (DEA) para los datos del año 2015, obtenidos a través de la investigación llevada a cabo directamente con las micro, pequeñas y medianas empresas. Los resultados muestran que las empresas de sisal pueden reducir los costos de entrada en un promedio de 39% en los modelos con rendimientos constantes y en 21% en los modelos con rendimientos variables, sin comprometer la producción de sisal. Se constató también que la presencia de rendimientos crecientes de escala prevalece.

Palabras clave: eficiencia; sisal; arreglo productivo local; Bahía.

Technical efficiency and the scale of sisal production in the state of Bahia (Brazil)

Abstract. The purpose of this study is to measure the technical efficiency index of the sisal local productive arrangement in Bahia. Data envelopment analysis (DEA) is used to analyze data obtained in 2015 through research

conducted directly with micro, small, and medium-sized enterprises. The results show that sisal companies can reduce input costs on average by 39% with the constant return model and by 21% with the variable return model, without compromising production. It was also observed that increasing returns of scale prevail.

Keywords: Efficiency; sisal; local productive arrangement; Bahia.

Siglas y abreviaturas usadas

Apaeb	Apoio ao Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisalera
APL	Arreglo productivo local
BCC	Modelo DEA de Banker, Charnes y Cooper
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CCR	Modelo DEA de Charnes, Cooper y Rhodes
COI	Costo de operaciones industriales
CRS	Rendimientos constantes a escala (por sus siglas en inglés)
DEA	Análisis envolvente de datos (por sus siglas en inglés)
DMU	Unidad de toma de decisiones (por sus siglas en inglés)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FGPP	Financiamiento de Garantía de los Precios al Productor
GEI	Gases de efecto invernadero
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Índice de Gini
Intersind	Unión Intermunicipal de Industrias de Muebles de Ubá y la Región
km	Kilómetro
mm	Milímetro
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
PEP	Premio Comercialización de la Producción (por sus siglas en portugués)
PGPM	Política de Garantía de Precios Mínimos
PIA	Encuesta Industrial Anual
PIB	Producto interno bruto
Secti	Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia
SFPBF	Sector de Fabricación de los Productos de Base Forestal
SRO	Remuneraciones del sector (por sus siglas en inglés)
VRS	Rendimientos variables a escala (por sus siglas en inglés)

1. Introducción

El sisal, cuyo nombre científico es *Agave sisalana*, es una planta de México, cuya fibra está destinada a la fabricación de productos textiles, tales como, por ejemplo, cuerdas, estopa, hilos, esteras y pantallas, entre otros artículos. Por tratarse de una fibra natural de origen vegetal, el sisal fue considerado una «Fibra del Futuro» por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), dado su carácter renovable, orgánico y 100% biodegradable, desde la producción hasta el momento de la recogida del producto acabado; esto a diferencia de la fibra sintética, con la cual compite. Por otra parte, los productos preparados de la fibra, lo mismo que el jugo y el mucílago, derivados de las otras partes del sisal, son reciclables y tienen un empleo diferente en otras ramas de la industria, por ejemplo, carros, combustible y fertilizantes (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2009).

A nivel internacional, el sisal se produce en los países de clima caliente y seco como Tanzania, Kenia y Madagascar, todos ellos situados en el continente africano. También es desarrollado en países como China y Brasil, país que, aunque mencionado en último lugar, es el que tiene desde el año 1951 la mayor producción y la mayor exportación mundial de sisal, con un promedio producido de 300.000 toneladas al año (Companhia Nacional de Abastecimento, Conab, 2014). Sin embargo, la actual producción brasileña de sisal no representa ni siquiera la mitad de lo que se produjo en la década de 1970: alrededor de 700.000 toneladas al año, un fenómeno que demuestra que el mercado de sisal se vio severamente deteriorado durante las últimas cuatro décadas (Silva, 2014).

De acuerdo con la Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia (Secti, 2015), la caída de la producción mundial de sisal está directamente relacionada con su mal desempeño en Brasil. En términos porcentuales, en 2011, la *agaveicultura* en Brasil representó alrededor del 52% de la producción internacional, seguida por la de países como Tanzania (18%), Kenia (11%), y cinco otros productores que responden cada uno a menos del 10% y en total al 19% producido en el resto del mundo (FAO, 2015).

La producción nacional de sisal se concentra en el noreste de Brasil, en los estados de Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará y sobre todo en el estado de Bahía, más específicamente en la región conocida como el «territorio de sisal» (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2015). Debido a la importancia en el mercado mundial de ese cultivo y a su industrialización en el estado de Bahía, así como a la importancia económica y cultural de esa actividad a nivel local, se estableció en 2008 un

arreglo productivo local (APL) de sisal que en Bahía cubre el territorio de los municipios que lo producen. Además de las empresas de procesamiento y fabricación, el APL de sisal cuenta con la participación de asociaciones, sindicatos y agencias gubernamentales que apoyan a los productores locales con el fin de promover la optimización de la actividad de sisal y el desarrollo de la región (Secti, 2014).

Actualmente, este APL es apoyado por cuatro municipios que concentran la mayor superficie producida (Conceição do Coité, Retirolândia, Valente y São Domingos) y la mayor cantidad de empresas sisaleras en varias etapas de la actividad. Por otra parte, estos cuatro municipios son responsables por las exportaciones brasileñas de sisal y configuran los principales centros productores del APL (Apoio ao Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisalera, Apaeb, 2014).

Históricamente, el estado de Bahía fue el precursor del florecimiento de esta actividad que caracteriza a la zona, cuya denominación es «región de sisal», y más recientemente ha sido rebautizada como «territorio de sisal». Esa región se ha expandido debido al cultivo de esta planta, actividad que atrajo a personas de diversos lugares en el periodo 1938-1942 (Conselho Regional de Desenvolvimento Rural Sustentável da Região Sisalera do Estado da Bahia, Codes, 2010).

El plantío de sisal representaba una alternativa de sobrevivencia de la población del sertón, vasta región geográfica semiárida del Nordeste brasileño. De hecho, el sisal contribuyó a la dinamización de la economía local, caracterizada por sus pocas alternativas productivas así como por las condiciones de pobreza extrema de su población (Lima Verde, 2007).

A pesar de la importancia económica y social del sisal, desde el inicio de la actividad en la región la explotación del cultivo no ha sido modernizada. La máquina en utilización actualmente para desfibrar la hoja de sisal y obtener la fibra es la misma desde hace más de cincuenta años. Por lo tanto, representa una tecnología rudimentaria, con baja productividad y alto riesgo para los operadores, ya que muchos han sido mutilados por el uso de dicho equipo. Eso implica, también, altos costos y baja rentabilidad para los productores y empresarios debido a la utilización no racional y completa de la planta. Además, la disminución de las ganancias del *Agave sisalana* en Brasil se acentuó con la entrada en el mercado de sustitutos sintéticos (polipropileno), que, aunque de menor calidad y más nocivos para el medio ambiente, son de menor costo de producción y dan mayores rendimientos financieros (Freixo, 2010).

Buscando solución a la crisis del sisal, los gobiernos federal y estadual crearon algunas políticas públicas con el fin de incentivar el desarrollo de su

producción en el estado de Bahía, como la Política de Garantía de Precios Mínimos (PGPM), establecida en la década de 1980 para garantizar el financiamiento para el almacenamiento de productos agrícolas, tales como el sisal, asociados a la acción de Financiamiento de Garantía de los Precios al Productor (FGPP). Más recientemente, en 2010, se inició el Premio Comercialización de la Producción (PEP), lo que permitió al mercado pagar precios por encima del mínimo; además, como se ha dicho, en 2008 se creó el APL de sisal (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Sebrae, 2009; Codes, 2010).

Sin embargo, este tipo de acciones demuestran ser insuficientes, ya que la producción estaba disminuyendo en los últimos años, lo cual se agravó en 2012, cuando sucedió la peor sequía de los últimos cincuenta años en la región, provocando una caída de más de 50% de la producción de sisal, en comparación con la del año anterior, llegando a menos de 80 mil toneladas al año. Más recientemente, en 2014, la producción de sisal en el APL bahiano fue de solo 132.078 toneladas, cantidad muy por debajo del promedio de la actividad en el país en los últimos veinte años (IBGE, 2015).

Dado el contexto actual de declinación de la producción en el APL de sisal en Bahía, es importante evaluar cómo se comportan las empresas en relación con el nivel de eficiencia y si hay discrepancias a nivel competitivo, es decir, entre los diferentes costos incurridos y entre los rendimientos obtenidos por empresas de producción de diferentes tamaños. Este trabajo tiene como objetivo diagnosticar las mejores prácticas en la industria del sisal que conducen a un rendimiento superior a algunas empresas del sector. Se busca, también, identificar los factores internos relacionados con la ineficiencia de las empresas que llevan a cabo la actividad, como, por ejemplo, la falta de capacidad tecnológica, financiera o de gestión, así como los factores relacionados con los resultados característicos del ambiente externo de las empresas, tales como los agentes económicos, sociales e institucionales, a saber, las cooperativas y las instituciones que conforman el medio ambiente y representan las interacciones de las empresas. Este diagnóstico debe servir como referencia para las acciones tendientes a prevenir o corregir las limitaciones que se desarrollan.

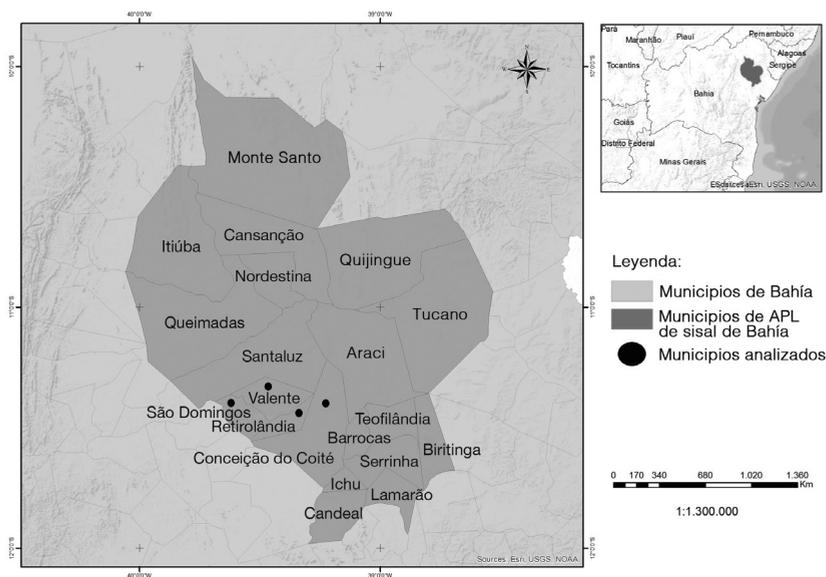
Para facilitar su comprensión, este estudio se divide en cuatro secciones, incluyendo esta introducción. La segunda presenta información del ámbito social, económico y de la población, entre otros, en la región de estudio, así como las fuentes de datos, la muestra analizada y el marco analítico utilizado. La tercera sección contiene los resultados y la discusión. La cuarta y última presenta las conclusiones.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El APL de sisal en Bahía está formado por veinte municipios. Como foco de la investigación fueron analizados los cuatro que presentan la mayor cantidad de empresas sisaleras: Conceição do Coité, Retirolândia, São Domingos y Valente (ver la figura 1).

Figura 1
Los municipios del APL de sisal, Bahía, 2014



Fuente: elaboración propia con base en Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (Conder, 2014).

Situado en la región semiárida del noreste, el APL de sisal de Bahía tiene una superficie de 21.256,50 kilómetros cuadrados. Según el censo de 2010 y datos demográficos del IBGE (2015), se observa que la población de los municipios del APL de sisal es esencialmente rural: la población total es de 582.331 habitantes, de los cuales 333.113 viven en zonas rurales, lo que corresponde a 57% del total. Cabe señalar que el municipio con mayor población urbana es Conceição do Coité, con 62.040 habitantes y 14,6% de población urbana. El territorio cuenta con 400.000 agricultores, 2.482 familias asentadas, dos comunidades quilombos y tierras indígenas (Conab, 2013).

Acerca de la estructura de ordenación terrestre del territorio de sisal de Bahía, considerando los mismos municipios del APL, el índice de Gini (IG)¹ muestra que en 1996 hubo una concentración media fuerte (IG entre 0,501 y 0,700). Esto, a diferencia del año 2006, cuando la concentración de tierras se consideró de débil a media (IG entre 0,251 y 0,500). Así que, en diez años, considerando todo el territorio de Bahía, el del sisal fue el único en disminuir la concentración de la tierra en el periodo analizado (Santos, Gomes, Braga, & Pires, 2014).

Con respecto a la ubicación territorial de proximidad, la ciudad Conceição do Coité está a 207 km de Salvador, capital del estado de Bahía, mientras que Retirolândia se encuentra a 206 km, São Domingos a 245 km y Valente a 237 km. Todos los municipios mencionados están unidos por la carretera BA/409. Por otra parte, Conceição do Coité es un centro local de influencia de Valente, que a su vez es el centro de influencia de São Domingos. Retirolândia no tiene un centro de influencia local, solamente Feira de Santana, que está fuera de la APL. En general, los cuatro municipios tienen como centro de influencia a la ciudad de Salvador (Silva, 2012).

En relación con el empleo y los ingresos, de acuerdo con datos de 2010 del Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), Conceição do Coité es el segundo municipio con más lazos formales de trabajo entre todos los municipios de la región, siendo más pequeño solamente que la ciudad de Serrinha. Sobre la distribución de vínculos formales por sectores en los municipios del APL de sisal, la administración pública es la que demuestra mayores vínculos formales en general (56,9%), el segundo lugar lo ocupa el comercio (14,2%) y el tercero la industria de transformación (13,8%). En lo que respecta a los municipios, Conceição do Coité, São Domingos, Retirolândia, Valente y Serrinha son los que tienen tasas mayores de 10% en ocupación formal en relación a la industria de transformación. Sin embargo, estos municipios no tienen cifras porcentuales mayores en relación con la agricultura o la administración pública en el territorio (Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego, MTE, 2010).

En el contexto de la economía, el producto interno bruto (PIB) del APL de sisal en 2010 fue de 2.658,77 millones de reales, lo que representa solo el 1,72% del total estatal, colocándose en la posición 13 entre los 26 territorios de identidad. El índice de desarrollo humano del territorio es de

1 El IG se define en una escala de 0 a 1, o en términos porcentuales. Un IG igual a 0 indica situación de plena igualdad en la distribución de la tierra, o sea, distribución perfecta, mientras que un IG igual a 1 muestra una situación de extrema desigualdad, es decir, una distribución de la tierra profundamente desigual, con una concentración máxima de la tierra (Santos, Gomes, Braga, & Pires, 2014).

0,60. El PIB más elevado entre los municipios del APL de sisal fue Serrinha (con 8.332 millones de reales), el segundo fue Conceição do Coité (5.684 millones de reales) y Valente estuvo en tercer lugar (2.840 millones de reales) (IBGE, 2013).

En cuanto a la distribución del PIB entre las actividades económicas, Conceição do Coité tiene un porcentaje de participación de 8% en agricultura, 16,8% en industria manufacturera, 43,7% en servicios y 31,5% en administración pública. Retirolândia distribuye su PIB en: 16,2% en agricultura, 12,3% en industria manufacturera, 35,2% en servicios y 36,3% en administración pública. São Domingos tiene 27,1% de PIB en agricultura, 9% en industria manufacturera, 27,7% en servicios y 36,2% en administración pública. Por último, el municipio Valente tiene 16,4% del PIB en agricultura, 15,2% en industria manufacturera, 36,1% en servicios y 32,2% en administración pública (Bahía. Secretaria da Educação, 2015).

En general, los municipios del APL de sisal tienen a la administración pública como el sector con mayor participación en el PIB entre los de la APL de Bahía. Además, la actividad económica de estos municipios gira en torno a la agricultura, la industria y la minería. La agricultura se destaca por la producción de sisal, cabras, ovejas y vacas y cultivos de subsistencia (Ferreira Cunha, De Oliveira Neto, Bezerra Sá, Giongo, & Lopes da Silva, 2014).

Al localizarse en la región semiárida del Nordeste, muy a menudo el 70% de la precipitación en los años lluviosos se centra en dos o tres meses del invierno. Cuando llueve fuera de este periodo, la precipitación cae a solo 200 mm a 400 mm anuales y, por lo tanto, virtualmente toda actividad agrícola con almacenamiento de agua se hace imposible y se inician periodos secos conocidos que duran entre dos y cinco años. Las fuentes de los recursos hídricos superficiales disponibles para los municipios al norte del «territorio del sisal» son la cuenca del río Itapicurú, el río Grande Bueno, el río Pau a Pique, el Riacho da Jurema y Riacho, además de pequeñas represas construidas por el gobierno (Codes, 2010).

La composición de la vegetación en el territorio del sisal es típica de la compleja diversidad de la región semiárida, cuya biodiversidad en su bioma principal, la *caatinga*, tiene la mayoría de la tierra cubierta de arbustos y árboles, las demás plantas han pasado por adaptaciones morfológicas y fisiológicas para soportar largos periodos de sequía. En la mayor parte de la región, los suelos son considerados de tipo Planosoles, Neosoles, Vertisoles y Litosoles, es decir, por lo general poco profundos y bajos en nutrientes básicos, aunque tengan una cantidad importante de calcio y potasio, lo que permite una gran variedad de vegetación, como el algodón de seda y, especialmente, el sisal (Codes, 2010).

2.2 Fuentes de datos y toma de muestras

Este estudio se realizó con la recopilación de datos primarios en el campo de la investigación. Tales datos se obtuvieron a través de la aplicación de cuestionarios a una muestra de los empresarios responsables del descortezado, es decir, las empresas beneficiadoras, y de las industrias del APL de sisal en Bahía que aceptaron ser parte de esta investigación. Para una mejor comprensión y demostración de la información obtenida, se requiere el uso de un método de clasificación de las empresas; en este caso, optamos por los criterios relativos a su tamaño, del Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), clasificación que utiliza los ingresos brutos de explotación anual, tal como se describe en la tabla 1.

Tabla 1
Clasificación de las empresas según el ingreso anual bruto de explotación (en reales)

Clasificación	Ingreso anual bruto
Microempresa	Menor o igual a 2,4 millones
Pequeña empresa	Mayor a 2,4 millones y menor o igual a 16 millones
Mediana empresa	Mayor a 16 millones y menor o igual a 90 millones
Mediana y gran empresa	Mayor a 90 millones y menor o igual a 300 millones
Gran empresa	Mayor a 300 millones

Fuente: Banco Nacional do Desenvolvimento, BNDES (2015).

Con el fin de obtener información de una muestra representativa de todos los agentes de la cadena de producción de sisal, fueron encuestados dueños de desfibradoras, batidoras y motores, tanto artesanos como empresarios de industrias del APL.

Datos del Sebrae (2009) indicaban la existencia de 58 empresas de sisal en el territorio del estado para 2009, sin embargo, según la información de la fundación Apaeb (2014), en la actualidad hay cerca de 30 empresas que operan en la actividad de sisal en el APL de sisal en Bahía, específicamente 11 descortezadoras o beneficiadoras y 19 industrias. Estas empresas se aglutinan en municipios geográficamente cercanos entre sí y más en la capital bahiana. Hay cinco empresas en Valente, doce en Conceição do Coité, seis en São Domingos, dos en Retirolândia, tres en Santaluz y dos en Barrocas.

Debido a la gran extensión del territorio, una delimitación del espacio fue realizada para permitirnos investigar con precisión y eficacia. Por lo tanto, en la muestra participaron los municipios de Conceição do Coité, Retirolândia, São Domingos y Valente. Estos cuatro municipios en 2014 representaban el 46% de la producción del APL de sisal, con un total de 35,88 millones de toneladas; ellos también concentran el 83% de las empresas sisaleras.

Por lo tanto, dichas ciudades reúnen la mayor área y el mayor número de empresas; además, son responsables de las exportaciones brasileñas de sisal y configuran, de este modo, los principales centros productores del APL (IBGE, 2015; Apaeb, 2014).

En total, veinticinco empresas fueron encuestadas en cuatro ciudades analizadas. En cuanto a tamaño, ocho fueron clasificadas como micro, diez como pequeñas y siete como medianas empresas.

2.3 Referencias y análisis de la eficiencia técnica

En esta investigación, se utilizó el método no paramétrico DEA (análisis envolvente de datos) para medir la eficiencia técnica y la eficiencia de escala de las empresas sisaleras del APL de sisal en Bahía.

El método DEA se basa en el trabajo propuesto por Farrell (1957) y generalizado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) que incluye múltiples entradas (*inputs*) y productos (*outputs*). Esta técnica permite analizar la eficiencia de las unidades de producción (unidades de toma de decisiones, DMU) con múltiples entradas y múltiples productos a través de la construcción de una frontera de eficiencia.

Para la implementación de los modelos DEA, se deben dar tres pasos principales (Golany, & Roll, 1989):

- Etapa 1. Definición y selección de las DMU para entrar en el análisis. En este trabajo, las DMU son las empresas sisaleras de Bahía seleccionadas. Según Charnes, Cooper, Lewin y Seiford (1994), para que una DMU sea eficiente, ningún producto puede tener un aumento de la producción sin aumentar el uso de materiales (o reducción de la producción) de otro producto, o ningún insumo puede reducirse sin tener que disminuir la producción de otro producto.
- Etapa 2. Selección de variables (entradas y salidas) relevantes y apropiadas para establecer la eficacia relativa de las DMU seleccionadas. Este estudio empleó tres variables de entrada relativas al costo anual de mano de obra, costos anuales de materia prima de sisal y otros costos utilizados en la producción de sisal; y una variable de salida, que se refiere al valor de la producción de sisal en 2015.
- Etapa 3. Aplicación de los modelos DEA. En esta etapa es necesario que, además del modelo, la orientación del mismo se dirija a la entrada o a la salida.

El modelo DEA en la versión inicial fue desarrollado por Charnes *et al.* (1978) y llegó a ser conocido en la literatura como el modelo CCR, que

representa las iniciales de los nombres de sus creadores. Este modelo supone rendimientos constantes a escala y por esto también es conocido como CRS².

Según Coelli, Rao, O'Donnell, & Battese (2005), el modelo DEA con rendimientos constantes puede ser representado por:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \text{ sujeto a: } -y_i + Y\lambda \geq 0, \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0 \quad e \quad \lambda \geq 0 \quad (1)$$

donde θ es el puntaje de eficiencia de una determinada DMU; y es el producto de DMU; x es la entrada; X es la matriz de entrada ($n \times k$); Y es la matriz de producto ($n \times m$); λ es el vector de constantes que multiplica la matriz de entradas y salidas.

Una puntuación de eficiencia igual a la unidad significa que la DMU se considera eficiente. En relación al insumo, una puntuación menor que 1 indica que se puede mantener la producción con el uso de un menor número de insumos y sobre el producto, mientras que una puntuación mayor que 1 indica que se puede aumentar la producción con el mismo nivel de consumo.

En 1984 surgió el modelo BCC, nombre basado en las iniciales de sus creadores: Banker, Charnes y Cooper (1984). Este modelo considera rendimientos variables que pueden reconocer rendimientos crecientes o decrecientes a escala en la frontera eficiente; también es conocido como VRS (rendimientos variables a escala). En este sentido, Gomes y Baptista (2004) señalan que se deben comparar los coeficientes de eficiencia técnica en el modelo con retornos no crecientes y en el modelo con rendimiento variable para determinar la naturaleza de la escala en una DMU dada. Si estos valores son diferentes, se puede observar que la DMU tiene rendimientos crecientes a escala y , si son iguales, se muestran rendimientos decrecientes a escala.

En este caso, de acuerdo con Coelli *et al.* (2005), el modelo DEA con rendimientos variables puede expresarse por:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \text{ sujeto a: } -y_i + Y\lambda \geq 0, \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad N_1' \lambda = 1 \quad e \quad \lambda \geq 0 \quad (2)$$

donde N_1 es un vector ($N \times 1$) de los dígitos unitarios.

Para que una DMU sea eficiente en el modelo con rendimientos constantes tiene que ser necesariamente eficaz en el modelo con rendimientos variables, pero lo contrario no es cierto (Coelli *et al.*, 2005). Si la puntuación de eficiencia técnica es diferente en los dos modelos, significa que la DMU considerada contiene ineficiencia de escala.

2 Rendimientos constantes a escala (*constant returns to scale*).

En este estudio se presentarán los índices de eficiencia de estos dos modelos utilizando la guía de entrada que tiene como objetivo reducir los insumos sin cambiar el nivel de producto.

Vale la pena señalar que, según Gomes y Baptista (2004), la presencia de una sola observación de valores atípicos en la muestra influirá en todas las puntuaciones de eficiencia y comprometerá los resultados. Por lo tanto, antes de determinar las medidas de eficiencia se aplica una prueba de identificación del valor extremo, prueba propuesta por Sousa, Cribari Neto y Stosic (2005), que se basa en el método de Jackstrap, construido a partir de la combinación de la prueba Jackknife con el método de remuestreo Bootstrap. *A priori*, se utilizó un subconjunto de L^3 DMU, nombrado como burbujas y elegido al azar. A raíz de la literatura, se determinó que las burbujas comprenden 20% de la muestra de las empresas encuestadas, correspondiente a cinco DMU, y la técnica Bootstrap consideró 2.000 de remuestreo.

Luego, una medida de *leverage* fue elaborada para medir la influencia de cada DMU en otra; las que tienen grandes influencias deben ser excluidas del análisis, de manera que no comprometan las estimaciones del DEA. Según Sousa *et al.* (2005), el punto de corte sugerido debe basarse en la función de Heaviside, que considera los datos obtenidos a partir de *leverages* y la cantidad de DMU K^4 con las siguientes especificaciones:

$$P(\tilde{l}_k) = 1, se \tilde{l}_k \leq \tilde{l} \log K \text{ y } P(\tilde{l}_k) = 0, se \tilde{l}_k > \tilde{l} \log K \quad (3)$$

donde $P(\tilde{l}_k)$ es la probabilidad de que el k -ésimo DMU con un *leverage* promedio no sea un valor atípico y de que el punto de corte se corresponda con el producto de *leverage* promedio global y el logaritmo de K .

Actualmente, el método DEA se ha extendido y tiene una variedad de aplicaciones prácticas. Sin embargo, pocos estudios lo han utilizado para medir la eficiencia en el sector forestal (Macpherson, Lentini, Carter, & Baitz, 2009; Santos, 2011; Pimentel, 2014).

Macpherson *et al.* (2009) utilizaron el DEA para caracterizar la eficiencia técnica de los aserraderos ubicados en diferentes fronteras madereras en la Amazonia brasileña. Con los datos de 291 aserraderos, en la Amazonia se investigaron las variaciones en su eficiencia técnica comparando los niveles de esta en cuatro fronteras madereras. Los resultados indican que los niveles de eficiencia varían mucho entre las empresas, y hay una tendencia a que las de mayor escala de producción muestren mayor eficiencia. Adicionalmente,

3 Subconjunto seleccionado aleatoriamente del número de observaciones.

4 Número total de observaciones.

se encontró que las empresas ubicadas en los antiguos y nuevos límites son estadísticamente más eficaces que los aserraderos ubicados en el estuario y en los límites intermedios. Los resultados también sugieren que las ganancias industriales en las fronteras madereras más antiguas pueden ser transmitidas a fronteras más nuevas cuando las empresas migran a nuevas áreas, principalmente en busca de nuevas reservas de materias primas, especialmente de madera de alto valor.

Santos (2011) propone en su estudio una búsqueda de blancos en etapas, con blancos intermediarios en capas de isoeficiencia para que el Sector de Fabricación de los Productos de Base Forestal (SFPBF) de cada estado alcance, de forma gradual, el nivel de eficiencia técnica superior. Para ello, utiliza datos de la Encuesta Industrial Anual (PIA) 2007 del IBGE. Aquí se aplicó el DEA teniendo en cuenta los ingresos netos de la industria como un producto y como entradas el coste total de las operaciones industriales (COI) y las remuneraciones del sector (SRO). De los catorce estados analizados, Espírito Santo fue el más eficiente y Río de Janeiro el más ineficiente. Otros doce estados fueron técnicamente ineficientes, por lo que tres deben, en el corto plazo, buscar la capa 1, tres la capa 2, dos la capa 3 y tres la capa 4. Se ha encontrado que en el Brasil el COI es la principal causa de la ineficiencia técnica.

Ervilha, Gomes y Alves (2013) trataron de diagnosticar en el sector mobiliario del APL de Uba-MG a las empresas con ineficiencias de producción relativas y de identificar sus respectivos *benchmarks* con el objetivo de presentar los factores para eliminar las posibles deficiencias encontradas. Para medir la eficiencia, utilizaron el DEA con rendimientos variables y orientación a las entradas. Los resultados fueron depurados por el método de análisis discriminante. Los datos se recolectaron a través de cuestionarios en 51 empresas asociadas a la Unión Intermunicipal de Industrias de Muebles de Ubá y la Región (Intersind). Los resultados muestran, entre otros, el papel de la inversión en capacitación, formación y nuevas tecnologías en la búsqueda de mejoras en la eficiencia y la competitividad del APL de muebles.

El estudio de Pimentel (2014) tiene como objetivo explicar los factores responsables de la actuación de los países en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). La investigación utiliza el método cuantitativo de análisis de eficiencia, apoyado por el DEA. Se utilizó el modelo BCC orientado a la salida, que considera ingresos variables de escala entre los países (tecnología y fuentes de energía). Los resultados indican que el patrón de consumo tiene efectos en el rendimiento, que los cambios en la matriz energética (mayor consumo de fuentes menos contaminantes) influyen en el rendimiento en relación con otros países y que los cambios en el uso del suelo son factores

importantes en el desempeño del país en relación a sí mismo y con los demás, a lo largo del tiempo.

3. Resultados y discusión

3.1 Caracterización de las empresas de sisal de Bahía

Siguiendo los procedimientos metodológicos que se presentan antes de estimar los índices de eficiencia, se aplicó el método Jackstrap con el fin de identificar si existen valores atípicos entre las empresas de sisal visitadas, ya que la encuesta incluyó empresas de diferentes tamaños (micro, pequeñas y medianas). Con base en el punto de corte de 0,07 mediante la función Heaviside, se detectaron seis valores atípicos, es decir, seis empresas de sisal exceden este punto de corte, por lo que fueron retiradas del estudio para no comprometer el análisis, porque, como se ha mencionado, el método DEA es muy sensible a la presencia de valores atípicos. Por lo tanto, la estimación de los índices de eficiencia fue realizada con diecinueve empresas sisaleras.

La tabla 2 muestra la composición de la muestra inicial y de la muestra actual de empresas de sisal consideradas, descartando los valores atípicos. Como se puede observar en relación al tipo de empresa⁵, entre los seis valores atípicos, tres corresponden a empresas descortezadoras, una se clasifica como batidora y dos como industrias. En cuanto a tamaño, las empresas influyentes con valores mayores que el punto de corte de 0,07 incluyen una microempresa, tres pequeñas y dos de tamaño mediano. En cuanto a los municipios, las dos empresas consideradas que se encuentran en Retirolândia presentan *leverage* por debajo del punto de corte, manteniéndose en el análisis, mientras que una de las compañías sisaleras de Valente, cuatro de Conceição do Coité y una de São Domingos tuvieron el *leverage* por encima del punto de corte y, por lo tanto, no se incluyeron en el análisis.

5 Para mejor comprensión, definimos a continuación estos tipos de empresas:

- Concesionarias: trabajan en la reventa de productos desarrollados por cooperativas y asociaciones locales, generalmente de artículos artesanales, como bolsos, alfombras, juegos de cocina y luminarias confeccionadas a partir de la fibra del sisal.
- Batidoras: negocios informales, cuya actividad corresponde a la segunda etapa de la cadena productiva del sisal. Sus propietarios reciben las fibras directamente de los productores, la pasan por la máquina batidora y luego por la prensa, donde es empaquetada y amarrada, para entonces ser revendida a las beneficiadoras o a industrias.
- Beneficiadoras: ubicadas en el nivel intermedio del proceso productivo; actúan en el beneficio de la fibra batida y revenden sus productos directamente a industrias nacionales e internacionales que producen, entre otros, cuerdas, alfombras y productos textiles y también a otros tipos de industria, como, por ejemplo, la automovilística.
- Industrias: están al final de la cadena productiva del sisal; producen textiles por medio de la utilización de las fibras beneficiadas, tanto para otras industrias como para consumo directo en el mercado interno y externo, como cuerdas, alfombras, hilos, etc.

Tabla 2
Composición de la muestra de empresas de sisal, Bahía, 2015

Descripción		Número de empresas en la muestra inicial	Número de empresas en la muestra actual sin valores atípicos
Tipo de empresa	Concesionaria	2	2
	Beneficiadora	9	6
	Batidora	6	5
	Industria	8	6
Total		25	19
Tamaño	Micro	8	7
	Pequeña	10	7
	Mediana	7	5
Total		25	19
Municipio	Retirolândia	2	2
	Valente	5	4
	Conceição do Coité	12	8
	São Domingos	6	5
Total		25	19

Fuente: elaboración propia con base en los datos de la encuesta⁶.

Los principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en la estimación de la frontera de producción de sisal están presentados en la tabla 3. Como se observa allí, las empresas de sisal encuestadas reportan una alta variabilidad en todas las variables consideradas y una más significativa heterogeneidad en los otros costos incurridos en la producción de sisal y en otros productos con la materia prima de sisal. Incluso después de haber sido ignoradas las que tuvieron la observación más discrepante, se mantuvo la diferencia de franqueo entre las empresas, lo que puede causar costos muy diferentes entre ellas, como ocurre, por ejemplo, con el ítem «otros costos», donde el costo anual más bajo registrado fue de 420 reales, incurrido por una concesionaria o cooperativa de tamaño micro, mientras que el costo anual máximo designado por este concepto fue de 4.390.000 reales, en una industria mediana de sisal.

6 Lo mismo para todas las tablas siguientes.

Tabla 3
 Estadística descriptiva de las variables utilizadas en la determinación de los índices de eficiencia técnica de las empresas de sisal según el modelo DEA, Bahía, 2015
 (en reales)

Estadística	Valor de la producción	Costo de la mano de obra	Costo de la materia prima (sisal)	Otros costos ⁽¹⁾
Mínimo	14.000,00	10.800,00	0.00	420,00
Promedio	15.991.326,32	689.511,37	7.665.510,53	372.030,95
Máximo	84.000.000,00	3.315.000,00	74.400.000,00	4.390.000,00
Desviación estándar	23.931.954,54	1.018.491,69	18.420.322,40	1.049.354,58
Coefficiente de variación (%)	149,66	147,71	240,30	282,06

Nota

⁽¹⁾ Se refiere al costo anual de la asociación, mantenimiento de maquinaria y equipo y la electricidad.

En este sentido, cabe destacar que los otros costos utilizados en la producción de sisal representan los de la asociación, cooperativas o sindicatos, incluyendo electricidad y mantenimiento y otros insumos. Cuando la empresa concesionaria o cooperativa trabaja en la creación de productos a mano, sin utilizar ninguna máquina ni equipos, no hay costos relacionados con el mantenimiento; del mismo modo, el costo de la energía proviene del consumo en el pequeño cobertizo donde se reúnen los asociados.

Por el contrario, la mediana empresa trabaja con equipos grandes y máquinas que generan altos costos de mantenimiento y electricidad. Además, la empresa cooperativa no tiene ningún costo con otros insumos para la producción, ya que no los usa, mientras que las medianas empresas utilizan, tanto en la producción de fibra como en la de textiles, insumos tales como disolventes, emulsión, pigmentos, aceite diésel y aditivos.

En relación con el costo de las materias primas del sisal, que depende del tipo de actividad empresarial para el que se use, se puede emplear fibra cruda, fibra batida o fibra procesada, cada una con un precio diferente, dependiendo del estado de tratamiento. En este caso, una de las empresas de tamaño micro que actúa como concesionaria de sisal no incurrió en ningún costo de materia prima, mientras que en promedio se gasta 7.665.510,53 reales en la materia prima utilizada en la producción de sisal. Este hecho se relaciona con el tipo de actividad, ya que esa empresa trabaja de forma cooperativa y cada artesano es dueño de la materia prima utilizada, generalmente procedente de cultivos propios de sisal. En este caso, la función de la empresa es capacitar a los artesanos de sisal y revender los productos elaborados por ellos, obteniendo una porción significativa de los beneficios de las ventas solo para el mantenimiento del sitio y a los tres empleados,

dos trabajando en la gestión del negocio y uno encargado de las ventas de los productos.

De los tres componentes de costos evaluados, el de mano de obra tiene la heterogeneidad más baja, capturada por el coeficiente de variación, aunque sigue siendo demasiado alto. Esta distinción es más intensa cuando se comparan las magnitudes de los valores mínimo y máximo, respectivamente, efectuados por una empresa concesionaria de tamaño micro y por una mediana empresa de la industria del sisal. En promedio, las empresas sisaleras gastan 689.511,37 reales con el factor trabajo en Bahía. Una vez más, estos resultados reflejan una gran diferencia entre las actividades desarrolladas por las empresas y por el tipo de negocio. Mientras la microempresa concesionaria tiene un costo de mano de obra equivalente al salario de solo tres empleados, la empresa mediana tiene tal costo para el pago de trescientos empleados.

En cuanto al valor de la producción de sisal, se observa que el importe mínimo anual obtenido es de 14.000 reales, valor relacionado con el tipo y el nivel de producción de las empresas en la primera etapa de la producción de la cadena de sisal, tales como batidoras, mientras que el alcance máximo llega a 84.000.000 reales, como resultado de la actividad que generan los productos de sisal terminados y los artículos manufacturados. En promedio, las empresas de sisal obtienen un valor de producción de 15.991.326,32 reales.

3.2 Análisis de la eficiencia técnica y la escala de producción de sisal en Bahía

Como reflejo de la alta heterogeneidad de las variables utilizadas en el modelo de DEA presentado en la tabla 3, se comprobó en la tabla 4 que los índices de eficiencia técnica y de eficiencia de escala son bastante disímiles; como se indica por el coeficiente de variación, ya el modelo con CRS obtuvo el valor más alto de dispersión. En promedio, se puede inferir que el puntaje de eficiencia técnica del modelo con CRS muestra que las empresas sisaleras pueden reducir en 39% la utilización de insumos sin comprometer la producción de sisal. En el modelo de VRS, se ha verificado que es necesario disminuir un 21% el uso de tales factores para que las empresas de sisal que no están funcionando de manera eficiente puedan formar parte de la frontera de rendimientos variables. En cuanto a la eficiencia media de la escala, es evidente que hay una posibilidad de que las empresas de sisal amplíen sus escalas de producción en un 23%.

Cabe señalar que, de acuerdo con Souza, Braga y Ferreira (2011), cualquier valor que no registre la máxima eficiencia se puede traducir como ineficiente en el modelo DEA, ya que corresponde a un método

determinístico. De esta manera, puede dar lugar a clasificaciones erróneas. Para estos autores, una manera de resolver una restricción de este tipo es la adopción de la técnica Bootstrap. Este procedimiento estadístico se utilizó teniendo en cuenta el proceso de remuestreo de mil interacciones y los resultados para los intervalos de confianza para los promedios de eficiencia están presentados en la tabla 4.

Tabla 4

Estadística descriptiva e intervalos de confianza de los puntajes de eficiencia técnica con CRS, VRS e índices de eficiencia de escala de las empresas de sisal, Bahía, 2015

Estadística descriptiva	Eficiencia técnica		Eficiencia de escala
	CRS	VRS	
Mínimo	0,04	0,23	0,04
Máximo	1,00	1,00	1,00
Desviación estándar	0,37	0,30	0,32
Coefficiente de variación (%)	60,49	37,75	41,17
Promedio observado	0,61	0,79	0,77
Intervalo de confianza (95%) promedio			
Mínimo	0,44	0,65	0,62
Máximo	0,77	0,91	0,89

La tabla 5 presenta la distribución muestral de las empresas de sisal en clases de eficiencia técnica y de eficiencia de escala, bajo la orientación de insumo. Como se muestra, entre las diecinueve empresas sisaleras analizadas, siete de ellas, que corresponden al 36,84%, tuvieron una puntuación de eficiencia inferior a 0,4 bajo el supuesto de CRS y cuatro mostraron un nivel de eficiencia por debajo de 0,2; en contraposición, seis demostraron ser totalmente eficientes y servir como punto de referencia para otras empresas.

Tabla 5
Distribuciones absolutas y relativas de las empresas de sisal como clases de medidas de la eficiencia técnica y de escala, Bahía, 2015

Medidas de eficiencia	Eficiencia técnica				Eficiencia de escala	
	CRS		VRS		fi	%
	fi	%	fi	%		
< 0,2	4	21,05	0	0,0	1	5,26
0,2 † 0,4	3	15,79	3	15,79	3	15,79
0,4 † 0,6	2	10,53	3	15,79	1	5,26
0,6 † 0,8	1	5,26	1	5,26	0	0,00
0,8 † 1,0	3	15,79	2	10,53	8	42,11
1,0	6	31,58	10	52,63	6	31,58
Total	19	100,00	19	100,00	19	100,00

Mediante la incorporación de una restricción de la convexidad, está claro que seis empresas (31,58%) registran los índices de eficiencia técnica por debajo de 0,6. Por otra parte, diez empresas de sisal obtuvieron la máxima eficiencia, es decir, cuatro más que en el modelo con CRS están en la frontera de rendimientos variables, pero no en la de rendimientos constantes. En otras palabras, se puede decir que las empresas no tienen problemas de asignación excesiva de factores productivos, pero existen problemas relativos a la escala inadecuada de producción.

Los datos también indican que solo el 31,58% de las empresas de sisal registraron puntaje máximo de eficiencia de escala sin presentar problemas en la escala de producción. Esto significa que casi el 70% de las empresas de sisal mostraron ineficiencia de escala, haciendo importante identificar la naturaleza de tal ineficiencia.

Las acciones absolutas y relativas de los tipos de rendimientos a escala de empresas de Bahía de sisal están descritas en la tabla 6. Existe una mayor proporción de los rendimientos crecientes a escala, lo que indica que el aumento de la producción de sisal se puede atribuir a los costos medios decrecientes, es decir, la producción aumentó en mayor proporción que los insumos.

Tabla 6
Distribuciones absolutas y relativas de las empresas de sisal, como tipos de rendimientos a escala, Bahía, 2015

Tipo de retornos de escala	fi	%
Creciente	9	47,37
Constante	6	31,58
Decreciente	4	21,05
Total	19	100,00

Las tablas 7, 8 y 9 contienen la distribución muestral de las empresas de sisal en Bahía por tipo de empresa, tamaño y ubicación o área de negocios, respectivamente, de acuerdo con las clases de eficiencia técnica, teniendo en cuenta los modelos con rendimientos constantes y con rendimientos variables a escala.

Como se muestra en la tabla 7, en el primer modelo, CRS, entre las dos empresas concesionarias de sisal, una tiene la peor puntuación de eficiencia y la otra la puntuación máxima. Para los otros tipos de empresas, no se observa un comportamiento concentrado en una determinada clase de eficiencia. Esta falta de un estándar común de la eficiencia también se percibe en el segundo modelo, VRS, con la excepción de las concesionarias, ya que las dos empresas de este tipo se mostraron completamente eficientes.

Tabla 7
Distribución relativa de las empresas de sisal por tipo de empresa y por clase de medidas de eficiencia técnica, Bahía, 2015

Medidas de eficiencia	Concesionaria		Beneficiadora		Batidora		Industria	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
< 0,2	50,00	0,00	16,67	0,00	20,00	0,00	16,67	0,00
0,2 0,4	0,00	0,00	0,00	16,67	20,00	20,00	33,33	16,67
0,4 0,6	0,00	0,00	33,33	33,33	0,00	20,00	0,00	0,00
0,6 0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	16,67
0,8 1,0	0,00	0,00	16,67	16,67	40,00	20,00	0,00	0,00
1,0	50,00	100,00	33,33	33,33	20,00	40,00	33,33	66,67
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A partir de los datos de la tabla 8, no se puede inferir que el más alto nivel de eficiencia se asocia con el franqueo más grande de las empresas, ya que las de microfranqueo encuestadas presentaron asignación de sus factores de forma más eficiente: 57,14% y 71,43%, respectivamente, de las

empresas en los modelos de CRS y VRS obtuvieron la máxima puntuación de eficiencia. En contraste, el 80% de las medianas empresas tuvieron puntuación de eficiencia por debajo de 0,4 al considerar el supuesto de CRS y el 40% en el modelo de VRS.

Tabla 8
Distribución relativa de las empresas de sisal por tamaño de empresa, según clases de medidas de eficiencia técnica, Bahía, 2015

Medidas de eficiencia	Microempresa		Pequeña empresa		Empresa promedio	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
< 0,2	28,57	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00
0,2 0,4	0,00	0,00	14,29	14,29	40,00	40,00
0,4 0,6	0,00	14,29	28,57	28,57	0,00	0,00
0,6 0,8	0,00	0,00	14,29	14,29	0,00	0,00
0,8 1,0	14,29	14,29	28,57	14,29	0,00	20,00
1,0	57,14	71,43	14,29	28,57	20,00	40,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

En términos de localización, se percibe en la tabla 9 que las compañías de sisal visitadas con sede en São Domingos fueron las que obtuvieron los puntajes más bajos de eficiencia técnica: el 80% de ellas tuvieron menos de 0,6. En el municipio de Valente, parte de la mayoría de las empresas sisaleras encuestadas registraron puntuación de eficiencia técnica de al menos 0,8 en el modelo CRS y todas están en este rango en el modelo de VRS. En Retirolândia, ninguna empresa de sisal encuestada presentó la puntuación de eficiencia técnica debajo de 0,6, mientras que las empresas del municipio de Conceição de Coité se encuentran dispersas en diferentes clases de eficiencia técnica.

Tabla 9
Distribución relativa de las empresas de sisal por área de negocios según la clase de medidas de eficiencia técnica, Bahía, 2015

Medidas de eficiencia	Retirolândia		Valente		Conceição do Coité		São Domingos	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
< 0,2	0,00	0,00	25,00	0,00	25,00	0,00	20,00	0,00
0,2 0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	12,50	20,00	40,00
0,4 0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50	40,00	40,00
0,6 0,8	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,8 1,0	0,00	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00	20,00	0,00
1,0	50,00	50,00	25,00	50,00	50,00	75,00	0,00	20,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

En la tabla 10 se muestran las empresas de sisal que tienen puntuación de eficiencia igual a 1 en el modelo CRS, es decir, aquellas que utilizan los materiales y/o insumos y la escala de producción apropiados. Así, sirven como punto de referencia para otras empresas sisaleras. En medio, una empresa de sisal de tipo beneficiadora de tamaño micro, ubicada en el municipio de Conceição do Coité, se destacó como una referencia para las empresas más ineficientes, mientras que dos de franqueo micro, aunque obtuvieron la máxima eficiencia, no sirvieron como punto de referencia para cualquier empresa de sisal ineficiente; una de ellas es concesionaria en Valente y otra beneficiadora en Conceição do Coité.

Tabla 10
Veces que cada empresa de sisal eficiente aparece como un punto de referencia para las empresas sisaleras ineficientes, Bahía, 2015

Empresas de sisal eficientes	Número de veces que aparece como referencia
Mediana industria de Retirolândia	2
Pequeña industria de Conceição do Coité	7
Microbeneficiadora de Conceição do Coité	10
Microconcesionaria de Valente	0
Microbeneficiadora de Conceição do Coité	0
Microbatidora de Conceição do Coité	4

Con base en la tabla 11, se observa que, de las diecinueve empresas de sisal encuestadas, siete registraron problemas con el uso de la materia prima de sisal. Estos datos pueden estar directamente relacionados con la baja pro-

ductividad obtenida con el uso de los equipos y máquinas utilizados, que son los mismos que utilizan las empresas que sobreviven en la actividad sisalera desde hace más de cincuenta años, ya que no se producen nuevos equipos.

Tabla 11
Distribuciones absolutas y relativas de las empresas de sisal con exceso de factores productivos en esta actividad, Bahía, 2015

Factores de producción	fi	%
Costos de mano de obra	6	31,58
Costos de sisal bruto	7	36,84
Otros costos	3	15,79

El uso de mano de obra también fue ineficaz para seis empresas sisaleras. Es decir, cerca de 32% y 37%, respectivamente, de las empresas no están empleando los factores mencionados en la tabla 11 correctamente. Esto puede estar relacionado con diversos aspectos. En primer lugar, ello se debería a que los trabajadores de las empresas sisaleras en promedio no han terminado la escuela primaria y lo que se usa como referencia de instrucción es el conocimiento práctico y cultural de la actividad en la región. En segundo lugar, los propietarios y gerentes de empresas sisaleras no tienen habilidades de gestión eficaz de los recursos empresariales, ya que muchos, como ocurre con los trabajadores, tienen educación de nivel primario y secundario; además, con frecuencia debido a los bajos rendimientos obtenidos de la actividad, no tienen la condición financiera para contratar a un profesional cualificado. Este aspecto también sufre la influencia negativa de la falta de innovación tecnológica.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del método de DEA muestran que las empresas sisaleras con sede en el APL de sisal en Bahía pueden reducir en 39% o en 21% la utilización de sus insumos sin comprometer la producción de sisal, respectivamente, en los modelos con CRS y con VRS.

Como una parte de las empresas tienen problemas en términos de escala de producción, fue investigada la naturaleza de esta ineficiencia y se encontró que casi la mitad de las empresas de sisal encuestadas tiene rendimientos crecientes de escala. Se encontró que no hay un estándar común de eficiencia para todos los tipos de negocio y no se puede deducir que el nivel más alto de eficiencia se asocia con la compañía más grande en relación al franqueo.

Considerando los cuatro municipios analizados en el APL de sisal, está claro que las empresas sisaleras con sede en São Domingos tuvieron puntuaciones más bajas de eficiencia técnica. Esto se relaciona con el hecho de

que São Domingos tiene muchas empresas batidoras que trabajan de manera más rudimentaria que las demás, es decir, las beneficiadoras y las industrias.

Por otra parte, el resultado indica que, de las diecinueve empresas analizadas, seis tienen la máxima eficiencia en el modelo con rendimientos constantes y cuatro sirven como referencia para las empresas ineficientes. Este resultado viene del hecho de que las industrias compran la fibra de sisal, sea batida o beneficiada, a precios muy bajos, debido a la proximidad a los productores y a los procesadores locales que operan en el APL. Por lo tanto, tales industrias obtienen beneficios muy por encima de los costos y gastos al vender los productos industrializados, la mayoría hacia el exterior. Resultaría interesante que las micro y pequeñas empresas, en especial las batidoras y beneficiadoras, puedan ampliar su capacidad de producción o pasar a una etapa superior de la cadena de producción y, de esta manera, vender el artículo manufacturado obteniendo un mejor desempeño financiero, tanto a corto como a medio plazo.

Finalmente, en cuanto a las empresas de sisal que no están empleando los factores productivos de la manera correcta, este resultado está relacionado con la falta de tecnología apropiada en la producción y con la falta de conocimiento, recursos y capacidad de gestión de los propietarios.

Referencias

- Agencia Embrapa de Información Tecnológica, Ageitec. (s. f.). Características do território. Ageitec. Recuperado de http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckg3dhc02wx5eo0a2ndxyf4ytald.html
- Apoio ao Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisalera, Apaeb. (2014). Fundação Apaeb participa da 6ª Feira de Agricultura Familiar, Economia Solidária e Reforma Agrária do Território do Sisal. Recuperado de <http://www.fundacaoapaeb.org.br/portal/>
- Bahia. Secretaria da Educação. (2015). *Caracterização dos territórios de identidade da Bahia: território 04. Sisal*. Salvador: Secretaria da Educação.
- Banco Nacional do Desenvolvimento Económico y Social, BNDES. (2015). Quem pode ser cliente. Recuperado de http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/porte.html
- Banker, R. D., Charnes, H., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego, MTE. (2010). Relação anuais de informações sociais. *Brasil. Superintendência de Educação Profissional, Suprof. Consultas: territórios de identidade. Território do Sisal, 04*. Recuperado de http://geo.dieese.org.br/suprofl/fichas/Ficha_TI_04.pdf
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1994). *Data envelopment analysis: theory, methodology, and application*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*, 2ª ed. Nueva York: Springer. Recuperado de http://facweb.knowlton.ohio-state.edu/pviton/courses/crp394/coelli_Intro_effic.pdf
- Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia, Conder. (2014). Base de dados. Sistema de informações institucionais. Salvador: Conder.
- Companhia Nacional de Abastecimento, Conab. (2013). *Proposta de preços mínimos. Safra 2013/2014. Produtos de inverno, regionais e leite*. Brasília. Recuperado de http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_11_22_15_42_37_pm_imverno_13_14.pdf
- Companhia Nacional de Abastecimento, Conab. (2014). Conjuntura mensal: sisal. Brasília. Recuperado de http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_02_12_11_46_10_sisaljaneiro2014.pdf
- Conselho Regional de Desenvolvimento Rural Sustentável da Região Sisalera do Estado da Bahia, Codes. (2010). *Plano territorial de desenvolvimento sustentável do sisal*. Bahia: Codes. Recuperado de http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio043.pdf
- Ervilha, G. T., Gomes, A. P., & Alves, G. D. P. (2013). Determinantes do desempenho técnico das empresas moveleiras do Arranjo Produtivo Local de Ubá-MG. *Revista Brasileira de Economia de Empresa*, 13(1), 97-117.

- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, 3, 253-290.
- Ferreira Cunha, T. J., De Oliveira Neto, M. B., Bezerra Sá, I., Giongo, V., & Lopes da Silva, M. S. (2014). Características do território. Recuperado de http://www.agencia.cnp-tia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckg3dhc02wx5eo0a2n dxyf4ytald.html
- Freixo, A. A. (2010). Do sertão dos tocós ao território do sisal: rumo à invenção de uma região e uma vocação. *Revista Geógrafas*, 8, 1-23. Recuperado de <http://periodicos.ufes.br/geografas/article/download/1287/969>
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega. Journal of Management Science*, 17(3), 237-250.
- Gomes, A. P., & Baptista, A. J. M. S. (2004). Análise envoltória de dados. En Santos, M. L., & Vieira, W. C. (Eds.). *Métodos quantitativos em economia* (pp. 121-160). Viçosa, MG: UFV.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. (2013). *Levantamento sistemático da produção agrícola*, 26(1) 1-83.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. (2015). Produção Agrícola Municipal (PAM). Sisal. Sidra. Sistema IBGE de recuperação automática. Recuperado de <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=29&i=P>
- Lima Verde, V. M. C. (2007). *Estudo de caso: desenvolvimento sustentável da região sisalera*. Rio de Janeiro: IBAM.
- Macpherson, A. J., Lentini, M. W., Carter, D. R., & Baitz, W. N. (2009). Eficiência de serrarias na Amazônia: uma análise por envoltória de dados. *Scientia Forestalis, Piracicaba*, 37(84), 415-425.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2009). Crónicas de las fibras. Renace el sisal en Tanzania. Recuperado de <http://www.naturalfibres2009.org/es/cronicas/sisal.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2015). Future fibres: Sisal. Recuperado de <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/sisal/en/>
- Pimentel, L. A. S. (2014). *O impacto na variação da matriz energética e da área das florestas na eficiência relativa entre os países membros do G20 na emissão de gases de efeito estufa: uma análise envoltória de dados (DEA) nos anos 1990, 2000 e 2010* (tesis doctoral). Universidade de São Paulo.
- Santos, J. A. C., Gomes, A. S., Braga, S. C., & Pires, M. M. (2014). Estrutura fundiária nos territórios de identidade da Bahia. En *Anais da IV Semana do Economista e IV Encontro de Egressos*. Ilhéus: Anais Eletrônicos. UESC. Recuperado de <http://www.uesc.br/eventos/ivsemeconomista/anais/gt6-2.pdf>
- Santos, R. B. N. S. (2011). Eficiência técnica na indústria de base florestal brasileira via metas intermediárias. *Revista Árvore*, 35(6), 1319-1326. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n6/a18v35n6.pdf>
- Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia, Secti. (2014). Progredir: Apoio aos arranjos produtivos locais. Secti. Recuperado de <http://www.secti.ba.gov.br/index.php/noticias/74-noticias/482-progredir-apoio-aos-arranjos-produtivos-locais.html>

- Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia, Secti. (2015). Projeto de desenvolvimento do sisal em base tecnológica. Recuperado de <http://www2.secti.ba.gov.br/noticias/progredir>
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Sebrae. (2009). Bahia. Plano de melhoria da competitividade de arranjos produtivos locais. Relatório final. Salvador: Sebrae.
- Silva, F. P. M. (2012). *Desenvolvimento territorial: a experiência do território do sisal na Bahia* (tesis de maestría). Universidade Federal de Uberlândia. Recuperado de https://www.academia.edu/6061929/SILVA_F_P_M._._Desenvolvimento_territorial_a_experi%C3%Aancia_do_Territ%C3%B3rio_do_Sisal_na_Bahia
- Silva, F. P. M. (2014). O mercado internacional das fibras naturais: uma análise comparativa do abacá, coco, juta e sisal. TD, 01-2014. Salvador: FPMS.
- Sousa, M. C. S., Cribari Neto, F., & Stosic, B. D. (2005). Explaining DEA technical efficiency scores in an outlier corrected environment: the case of public services in Brazilian municipalities. *Brazilian Review of Econometrics*, 25(2), 287-313.
- Souza, U. R., Braga, M. J., & Ferreira, M. A. M. (2011). Fatores associados à eficiência técnica e de escala das cooperativas agropecuárias paranaenses. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49(3), 573-598.