

Castillo, M. a.; González, M. A. L.; Olivas-García, J. M.; García-Fernández, G.

Análisis de la eficiencia técnica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Caso de la región norte centro de Nicaragua

Recebimento dos originais: 29/08/2019

Aceitação para publicação: 05/08/2020

Marlon Alberto Castillo

Master en Agronegocios UACH/Chihuahua

Institución: Universidad Autónoma de Chihuahua

Dirección: Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Poniente, 33000 Delicias, Chihuahua, México.

E-mail: macastil2@gmail.com

Estudiante de doctorado en ciencias económicas.

Institución: Colegio de Posgraduados

Dirección: Km. 36.5, México 136 5, Montecillo, 56230 Montecillo, Texcoco. México.

E-mail: castillo.marlon@colpos.mx

Martín Alfredo Legarreta-González

Doctor of Philosophy por la University of Sheffield, UK

Institución: Universidad Autónoma de Chihuahua

Domicilio: Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua km 2.5 Carretera Delicias-Rosales, Delicias, Chihuahua, México

E-mail: mlegarre@uach.mx

Jesús Miguel Olivas-García

Philosophy Doctor por la University of Nebraska-Lincoln, USA

Institución: Universidad Autónoma de Chihuahua

Domicilio: Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua km 2.5 Carretera Delicias-Rosales, Delicias, Chihuahua, México

E-mail: jolivas@uach.mx

Francisco García-Fernández

Doctor en Economía por la Universidad de La Habana, Cuba y Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Santiago de Compostela, España.

Institución: Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dirección: Facultad de Comercio y Administración Victoria, Centro Universitario S/N, Ciudad Victoria, 87000, Tamaulipas, México

E-mail: ffernandez@docentes.uat.edu.mx

Resumen

El comercio internacional del cacao en Nicaragua, representó el 83% del total de las exportaciones de la región Centroamérica en el 2015. De allí la relevancia de este rubro como generador de divisas para el país y una fuente de ingreso importante para los pequeños productores cacaoteros. La producción de cacao nicaragüense se concentra en aproximadamente en 11,000 pequeños productores de los cuales el 74.8 % tienen fincas de 1 ha. En la región norte centro del país se concentra casi la mitad de la producción nacional del cultivo del cacao. La presente investigación tiene como objetivo analizar la eficiencia técnica de 923 pequeños productores de cacao (*Theobroma cacao* L.), socios de las cooperativas Ríos de Agua Viva y La Campesina, localizadas en la región norte centro de Nicaragua. La muestra utilizada fue de 140 productores. Para determinar la eficiencia técnica se llevó a cabo un Análisis Estocástico de Fronteras. La media de eficiencia técnica fue de 90.08 %, lo que

Castillo, M. a.; González, M. A. L.; Olivas-García, J. M.; García-Fernández, G.

indica que existe un 9.92 % por debajo de la frontera de posibilidades de producción, que puede ser recuperada eliminando las ineficiencias. Las variables de género, edad y escolaridad, influyen positivamente en la eficiencia técnica, al igual que el uso de fertilizantes y mano de obra. Por otra parte, el número de miembros en el hogar, los años de membresía en la organización, el acceso a crédito, y la superficie de las parcelas, influyeron negativamente. Se concluye que la eficiencia técnica del cultivo del cacao en la región norte centro de Nicaragua, puede incrementarse con una combinación adecuada de variables, tanto de los factores de producción como de los aspectos de ineficiencia.

Palabras claves: Comercio internacional. Eficiencia técnica. Análisis estocásticos de fronteras.

1. Introducción

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es de gran importancia ya que forma parte de las fuentes de ingresos en la economía familiar de subsistencia de zonas tropicales (Buchert, 2008). El cultivo en Nicaragua es de gran importancia como un rubro generador de divisas, siendo el mayor exportador de la región centroamericana, con el 83 % de las exportaciones de la región en el 2015 (TAPIA, 2016), además, según Lanzas,(2010) el país se ubica en el lugar 42 de los países productores de cacao y participa con 0.03 % en el comercio mundial.

Asimismo, en mayo del año 2016 la Organización Mundial del Cacao (ICCO), incorporó a Nicaragua a la lista de países exportadores de cacao fino 100 %, lo que ofrece ventajas competitivas a los pequeños productores para acceder a mercados más sostenibles. (GOCKOWSKI, AFARI-SEFA, BRUCE, OSEI-ASARE, DZIWORNU, 2011).

No obstante, existe un problema en la producción cacaotera nicaragüense, ya que en país al igual que en el resto del mundo el sector productivo de este rubro, en su mayoría, está conformado por pequeños productores que habitan y trabajan en zonas de difícil acceso, como lo menciona Sobalbarro (2020), en su estudio socioeconómico a productores de cacao en Honduras; y el 74.8 % de los pequeños productores tienen fincas de 1 ha (OOZCO Y DEHEUVELS, 2007). En Nicaragua se siembran unas 12,276 hectáreas, las cuales se encuentran en manos de aproximadamente 11,000 productores. La producción nacional de cacao estimada, en el 2015, fue de 4,670 Tm (CATIE 2013).

Según, BÜCHERT,(2008) el sector cacaotero nicaragüense requiere una intervención enfocada a la renovación de las plantaciones, el mejoramiento genético, fermentación y secado de manera uniforme y de calidad, capacitación de técnicos en manejo intensivo de cultivos de cacao y manejo de enfermedades, así como transferencia de tecnología. En este sentido, una medición detallada de los factores que contribuyen a la mejora del desempeño

productivo, para estos pequeños productores, puede ayudarles a seleccionar e implementar de manera adecuada sus actividades productivas y así, optimizar el uso de sus recursos.

2. La Eficiencia Técnica en los Agronegocios

El concepto de eficiencia está directamente relacionado con la relación existente entre los resultados y los recursos utilizados en la producción. FARELL (1957) desarrolló el concepto de eficiencia productiva, considerando la Eficiencia Técnica (ET), además de las Eficiencias Asignativa y de Escala, como un tipo particular de eficiencia que expresa la capacidad de la empresa de obtener la cantidad máxima de resultados, dado unos insumos. El concepto de ET se deriva de la función de producción neoclásica y de la frontera de posibilidades de producción. Esto significa, que la ET presupone la existencia de una frontera de producción eficiente. Esa frontera determina la capacidad que tiene una unidad de producción para alcanzar el nivel de producción más alto posible, en función de un conjunto de insumos y tecnologías (ULLAH; KHAN; ZHENG, 2017).

La ET es un aspecto de gran importancia en los Agronegocios, existe mucha investigación relacionada, principalmente para países en desarrollo. En este contexto, Asogwa et al. (2011) investigaron la eficiencia técnica en productores de pequeña escala en Nigeria. El estudio concluyó que los servicios de extensión y las nuevas tecnologías son los mayores factores de eficiencia técnica. Fadzim et al. (2016), analizó las determinantes de la eficiencia técnica en pequeños productores de cacao en Malasia. El análisis muestra que el registro y el nivel de conocimientos afectan la eficiencia técnica. Binam et al. (2008), investigaron la eficiencia técnica y el potencial de la productividad en el cacao en países del oeste africano. En estudio concluyo, que la eficiencia de los productores es diferente en cada país, y que las brechas de eficiencia técnica están relacionadas a los servicios de extensión, al uso de insumos agrícolas, al acceso a crédito y a las capacitaciones en temas de manejo integrado de plagas y manejo integrado de la fertilidad de suelos. Kyei et al. (2011), analizaron los factores que afectan la eficiencia técnica del cacao en Ghana. Se concluyó que los factores socioeconómicos, la mano de obra y el uso de insumos agrícolas afectan la eficiencia técnica.

Por consiguiente, la siguiente investigación tuvo como propósito analizar la eficiencia técnica del cultivo del cacao en la región norte centro de Nicaragua, región donde se concentra casi la mitad de la producción nacional del cultivo del cacao (Tronito et al., 2011)).

3. Materiales y métodos

3.1. Ubicación

El Estudio se llevó a cabo en 16 microrregiones de los municipios de Rancho Grande, Matiguás y Río Blanco, del departamento de Matagalpa que son tres localidades del norte centro de Nicaragua.

3.1.1. Rancho Grande

Es un municipio de Matagalpa que se encuentra ubicado sobre las coordenadas 13° 14' de latitud norte y 85° 33' de longitud Oeste. Limita al norte con el municipio de Cúa Bocay del departamento de Jinotega, al sur, con los municipios de Río Blanco y Matiguás del departamento de Matagalpa; al este, con el Municipio de Waslala que pertenece a la Región Autónoma Atlántico Norte (RAAN) y al oeste, con el Municipio del Tuma la Dalia del departamento de Matagalpa. La extensión territorial es de 648 km² (BENAVIDEZ-MUNGUÍA, M.J. et al., 2010). En este municipio se colectó información de 15 comunidades: Achiote Central, Achiote Arriba, Buenos Aires, Carpa 2, Carpa 3, Colonia 1, Colonia 2, Cuyuca, El Comején, El Cortijo, El Rosario, La Nueva, San Francisco, Caño Blanco y El Cacao.

3.1.2. Matiguás

Es un municipio ubicado en el departamento de Matagalpa y representa la zona ganadera de las tierras altas centrales de Nicaragua. Este municipio tiene una extensión territorial de 1,710 km², siendo uno de los municipios más grandes en extensión del departamento de Matagalpa. Se localiza a 85° 27' de longitud oeste y 12° 50' de latitud norte; a una altura de 200 a 300 msnm, la topografía del terreno es ondulada con pendientes entre 30 a 50% y predominan los suelos arcillosos (MAGFOR, 2001). La temperatura media anual es de 27 °C (INIFOM 2005, SAUCEDA OLIVEIRA, 2011). En este municipio se colectó información de tres comunidades: La Patriota, El Corozo y El Congo.

3.1.3. Río Blanco

Es un municipio ubicado en el departamento de Matagalpa, que se encuentra en las coordenadas 85° 13' longitud oeste, 12° 55' latitud norte, tiene una extensión de 700 km² y una población de 33,195 habitantes, de los cuales 23,950 (72 %) vive en áreas rurales (INIFOM, 2004 y PÉREZ k, 2006). En este municipio se colectó información de cinco comunidades: Manceras, El Guabo, Cuatro Esquinas, San Pedro de Wanawana y El Anzuelo.

3.2. Población objeto de estudio

Los productores involucrados en este estudio, son miembros de las cooperativas La Campesina y Ríos de Agua Viva, que forman parte del programa 2017-2021 sobre el Abastecimiento sostenible de alimentos a las ciudades, ejecutado por Rikolto VECO, que es una organización internacional de cooperación de Bélgica.

De la Cooperativa Cacaotera La Campesina R.L., con sede en el municipio de Matiguás, del departamento de Matagalpa, participaron 375 productores socios y de la Cooperativa de Servicios Múltiples Ríos de Agua Viva, ubicada en el municipio de Rancho Grande, participaron 515 socios, para un total de 890 socios y 33 no asociados.

3.3. Método de muestreo

Se utilizó un diseño completamente al azar, para una proporción en la selección de la muestra, con el propósito de obtener información tanto cualitativa como cuantitativa; el cálculo se realizó en el software R estudio y la fórmula utilizada es la siguiente:

$$n = \frac{p \times q \times N \times z^2}{((N - 1) \times B^2) + (z_{1-\frac{\alpha}{2}} \times p \times q)}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra (140).

p = Probabilidad de que los elementos presenten la característica (0.5).

q = Probabilidad de que los elementos no presenten la característica (0.5).

N = Número de elementos en la población donde se va a muestrear (923).

B = Sesgo permitido (0.10).

z = Valor que depende del alfa o probabilidad de cometer error tipo I (0.05).

El formulario de la encuesta se creó en Kobotoolbox, que es una herramienta de código abierto y gratuito de elección para decenas de miles de trabajadores humanitarios, profesionales del desarrollo, trabajadores de la salud e investigadores de todo el mundo. Participaron 13 encuestadores con conocimiento del territorio, quienes recabaron la información, y posteriormente se capturó en la base de datos en el programa Excel.

3.4. Metodología

Existen dos tipos de modelos, los paramétricos y los no paramétricos. El primero tiene una forma funcional específica y el segundo tipo no tiene una forma específica. Otra distinción importante es que existen los modelos determinísticos y estocásticos de fronteras. El modelo determinista supone que la desviación de la frontera se debe a la ineficiencia únicamente, mientras que el modelo estocástico permite o considera, además, la variabilidad estadística (OUATTARA, 2012; ULLAH, KHAN & ZHENG, 2017).

En el enfoque paramétrico, la frontera estocástica de producción se basa en el modelo de producción de Cobb-Douglas incorporada en varios métodos de estimación, tales como análisis de relaciones, mínimos cuadrados ordinarios (OLS por sus siglas en inglés), factor total de productividad y análisis estocásticas de fronteras (SFA, por sus siglas en inglés). De estos tres Métodos, SFA es la técnica más empleada en la literatura (FADZIMA, 2016).

El SFA, fue originalmente propuesto por Aigner, Lovell, & Schmidt (1977), AIGNER et al. (1997) y MEUSSEN et al. (1977). Este método establece la relación entre variables dependientes como costos, rendimientos y variables independientes o explicatorias como insumos y otras variables externas; también es considerado en el modelo un error (BERGER and HUMPHREY, 1997, GUNDUZ, SILI, & CEYHAN, 2016). Asimismo, se consideran otras variables que pueden influir en la eficiencia, tales como edad, nivel de educación, crédito, dependiendo del estudio, llamadas también variables de ineficiencia.

La especificación del modelo estocástico de fronteras permite, para los componentes al azar en el error, generar una medida de ineficiencia técnica. Aparte de permitir la medida o la asignación de ineficiencia técnica, este modelo estocástico reconoce el efecto de factores externos que podrían causar una variación en el rendimiento máximo. De igual manera, estas variaciones pueden ocurrir durante el manejo de la finca en diferentes niveles de ineficiencias, ya sea por el mal manejo, uso inapropiado de insumos y/o por el efecto de un mercado de competencia imperfecta (KUMBHAKAR & LOVELL, 2000).

Castillo, M. a.; González, M. A. L.; Olivas-García, J. M.; García-Fernández, G.

En el presente estudio, para determinar la eficiencia técnica de la producción de cacao se utilizó el modelo establecido según Meusen y Broek (1997) descrito a continuación:

$$Y_i = x_i \beta + v_i - u_i$$

$$v_i - u_i = \varepsilon_i$$

Donde

Y_i = producción o rendimiento i de la finca,

x_i = conjunto de factores de producción i (mano de obra, fertilizantes y área de producción), v_i = variable aleatoria no controlada e independiente de u_i ;

u_i = variable independiente, la cual no es negativa y representa la ineficiencia, siendo representada por la siguiente formula, según BATTESE & COELLI (1995):

$$u_i = z_i \sigma$$

Donde:

z = representa las características específicas que afectan la eficiencia técnica (tales como educación, edad, género, acceso a crédito, años de membresía en la organización, miembros del hogar y método de producción),

σ = representa el coeficiente.

Para este estudio, la ineficiencia técnica de las fincas de pequeños productores de cacao de las cooperativas La Campesina y Ríos de Agua Viva se calculó basado en la función de producción desarrollada por Cobb Douglas, truncada con la distribución normal y desarrollada por BATTESE & COELLI (1995).

La función de producción de Cobb Douglas se describe a continuación:

$$\ln Y = B_0 + \sum_{j=1}^3 \ln_{j_i} B_j + v_i - u_i$$

$$U_i = \delta_0 + \sum_{m=1}^7 \delta m^x m_i$$

El rendimiento del cacao en kg ha⁻¹ es la variable dependiente y las variables independientes o explicatorias, fueron la mano de obra en USD ha⁻¹, fertilizantes en USD ha⁻¹, y el tamaño de las parcelas o área de producción en hectáreas. Las variables de ineficiencia utilizadas fueron: edad en los rangos de hasta 35 años y más de 35 años; género, definido en masculino y femenino; años de ser miembros en la organización; número de miembros en el hogar; años de educación en los rangos de menos de 6 años y más de 6 años de educación; y acceso a crédito, identificado como afirmativo (sí) y negativo (no).

4. Resultados y discusión

4.1. Variables para determinar la eficiencia técnica

La Tabla 1, muestra las variables que fueron consideradas para determinar la eficiencia técnica de las fincas de pequeños productores de cacao de las cooperativas La campesina y Ríos de Agua Viva, donde se observa que el rendimiento promedio fue de 667.77 kg ha⁻¹, resultado que está por encima de la media para América Latina, según VAAST & SOMARRIBA (2014). La inversión media en mano de obra fue de 169.06 USD ha⁻¹ y 3.15 USD ha⁻¹ en fertilizantes, respectivamente, observando que se utiliza menos del 2% en fertilizantes con respecto al total de inversión de estas dos variables. En cuanto a las variables de ineficiencia, se observa que el promedio de años que tienen de ser miembros de la cooperativa es de 8.04, el número promedio de miembros en el hogar es de 5.32, lo cual está por debajo de los resultados presentados por SAENZ (2012), quien reporta 6.66 personas por familia y, a lo reportado por VALENZUELA- GÓMEZ (2001) en estudio en Costa Rica, que obtuvo un promedio de 6 personas por cada hogar. El 80.7 % de los productores son hombres, lo que nos dice que el sector está dominado por el género masculino (MUKETE et al., 2016), por otro LANZ & GRANADO (2009) reportan casi el 90 % de la actividad cacaotera está dominada por hombres. Además, el 58.6 % de los productores tienen menos de 6 años de educación, es decir que solo 41.4% lograron completar la educación primaria, resultados que son similares a los reportados por GÓMEZ et al. (2015) . Por otra parte, el monocultivo es el método de producción más utilizado en un 98.6% y, el 91.4 % de los productores mencionaron que tienen acceso a crédito.

Tabla 1. Estadística descriptiva de variables

Variable	Mínimo	Máximo	Media
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	32.21	3313.33	667.77
Mano de obra (USD ha ⁻¹)	6.00	916.06	169.06
Fertilizantes (USD ha ⁻¹)	0.00	518.00	35.16
Área (Ha)	0.35	18.31	3.14
Años de membresía (Años)	0.00	28.00	8.04
Miembros en el hogar (personas)	1	12	5.32
Género			
• Femenino (1)			80.7 %
• Masculino (2)			19.3 %
Educación			
• Menos de 6 años (1)			58.6 %
• Más de 6 años			41.4 %

Castillo, M. a.; González, M. A. L.; Olivas-García, J. M.; García-Fernández, G.

Método de producción

- Monocultivo 98.6 %
- Asocio 1.4 %

Acceso a crédito

- Sí 8.6 %
- No 91.4 %

En la Tabla 2 se muestran los resultados de eficiencia de la producción de cacao en las fincas de pequeños productores de las cooperativas La Campesina y Ríos de Agua Viva, donde los coeficientes estimados del modelo estocástico de frontera muestran el efecto de los factores de producción en los rendimientos. Se observa que las variables de mano de obra y fertilizantes influyen positivamente en la eficiencia técnica, siendo significativa solo la variable uso de fertilizantes. La variable de superficie de producción tiene un efecto negativo en la eficiencia técnica, aunque no es significativo, similar al resultado encontrado por ONUMAH, Al-HASSAN, & OONUMAH (2013) y BINAM, GoOCKOWSKI, & NKAMLEU (2008). Por otro lado, las variables de ineficiencia de edad, género, escolaridad y método de producción, tienen un efecto positivo, pero no significativo en la eficiencia técnica, resultados que difieren con los encontrados por MUKETE et al. (2016) que encontró que la escolaridad afecta negativamente. No obstante, otros resultados muestran que, cuanto mayor es el nivel de escolaridad, los sistemas de producción son más eficientes (FADZIMA, 2016). ASADULLALINGH y RAHMAN, (2009) encontraron que el nivel de escolaridad tiene un efecto positivo y significativo para reducir las ineficiencias e incrementar la productividad. El nivel de escolaridad influye positivamente ya que un nivel alto de educación es indispensable para la adopción de tecnologías (GÓMEZ et al., 2015). Con lo que respecta a la edad, los resultados indican que tiene un efecto positivo. No obstante, las variables de acceso a crédito y número de miembros en el hogar muestran un efecto negativo y significativo en el rendimiento del cacao, lo que indica que estas variables no afectan la eficiencia técnica de la producción de cacao, resultado que difiere lo reportado por OONUMAH, Al-HASSAN, & OONUMAH (2013). Por último, la variable años de membresía, tiene un efecto negativo, no significativo, en el rendimiento, similar al que muestra el estudio de MUKETE et al. (2016).

En cuanto a los parámetros de varianza, se observa que la prueba de máxima verosimilitud (LR test, por sus siglas en inglés), es diferente de cero, $LR = 0.557$ con 11 grados de libertad, lo que indica que las variables de ineficiencia tienen un efecto en el modelo establecido. Finalmente, observamos una media de eficiencia técnica, para este modelo, de 90.8 %, lo que implica que existe 9.2 % de ineficiencia, que puede ser recuperado,

Castillo, M. a.; González, M. A. L.; Olivas-García, J. M.; García-Fernández, G.
con la combinación adecuada de los diferentes factores, tanto en términos de producción,
como variables de ineficiencia.

Finalmente, el estudio mostro, que los coeficientes estimados por la función de producción de producción de Cobb-Douglas, son elásticas, para las variables de mano de obra fertilizantes, edad, genero, escolaridad y método de producción, las cuales influyen positivamente en la eficiencia técnica. La suma de elasticidades de estas variables, es mayor a 1, lo que implica un incremento del retorno a escala. Por lo tanto, de esta manera, un incremento de estos factores en 1%, podría resultar en un incremento en los rendimientos en 2.041%.

Estas variables o factores son de gran importancia en el incremento de la producción de cacao. Por lo tanto, las organizaciones de cooperación y desarrollo que apoyan a los agricultores cacaoteros, deben considerar y hacer énfasis el uso de estos factores para incrementar la producción de este cultivo.

Tabla 2: Resultados de eficiencia técnica de fincas de los pequeños productores de cacao de la región centro norte de Nicaragua.

	Parámetro	Coeficiente	Error estándar	t value
Intercepto	B ₀	3.328	0.786	4.232
Log. Mano de obra	B ₁	0.346	0.073	4.748
Log. Fertilizante	B ₂	0.014	0.009	1.451
Log Área	B ₃	-0.057	0.104	-0.550
Variables de ineficiencia				
Log edad	σ ₁	0.605	0.282	2.150
Log género	σ ₂	0.146	0.240	0.609
Log años de membresía	σ ₃	-0.038	0.073	-0.519
Log miembros del hogar	σ ₄	-0.083	0.152	-0.547
Log escolaridad	σ ₅	0.219	0.200	1.095
Log método producción	σ ₆	0.711	0.818	0.869
Log acceso a crédito	σ ₇	-0.013	0.343	-0.037
Parámetros de varianzas				
Sigma u ²		0.472	0.406	1.164
Sigma v ²		0.349	0.143	2.441
Valor LR Test		0.557		
Promedio de la eficiencia		0.908		

5. Conclusiones

Los resultados muestran una media de eficiencia técnica de 90.8 %, y se puede concluir que existe la posibilidad de alcanzar la frontera de eficiencia técnica, que representa el 9.2 %, a través de la combinación adecuada de los diferentes factores utilizados en el estudio. El uso de fertilizantes, en la producción de cacao, es un factor de gran importancia

Castillo, M. a.; González, M. A. L.; Olivas-García, J. M.; García-Fernández, G.
para mejorar el desempeño productivo de los agricultores, ya que influye de manera positiva y
significativamente en la eficiencia técnica.

Uno de los aportes que se obtuvieron de la presente investigación es que, la eficiencia
técnica, en la producción cacaotera nicaragüense es influenciada, de manera relevante, por los
factores socioeconómicos de los agricultores, por lo que es necesario tomarlos en cuenta al
momento de implementar iniciativas orientadas a mejorar el desempeño productivo de cacao,
en la región centro norte de Nicaragua.

6. Referencias

AFARI-SEFA., V. et al. Economic Cost-Benefit Analysis of Certified Sustainable Cocoa
Production in Ghana. 3rd Conference of African Association of Agricultural Economists,
Africa, [s. l.], p. 1–19, 2010.

AIGNER., D.; LOVELL., C. A. K.; SCHMIDT., P. Formulation and Estimation of stochastic
Frontier Production Funtion Models. *Journal of Econometrics*, [s. l.], v. 6, p. 21–37, 1977.

BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic
frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 325–
332, 1995.

BENAVIDEZ-MUNGUÍA, M. J.; PACHECO-SOLÍS, N. A.; MATUS-LACAYO, G. Doctor
en Medicina y Cirugía Comportamiento Clínico y Epidemiológico de la Leishmaniasis en el
Departamento de Matagalpa Municipio de Rancho Grande en el Período comprendido de
Junio-Septiembre del año 2008. [s. l.], 2010.

BINAM, J. N.; GOCKOWSKI, J.; NKAMLEU, G. B. Technical efficiency and productivity
potential of cocoa farmers in West African countries. *Developing Economies*, [s. l.], v. 46, n.
3, p. 242–263, 2008.

BÜCHERT, J. P. Agrocadenas Competitivas: Promoción de Comercio Orgánico y Justo.
Agrocadenas de Miel en Nicaragua, [s. l.], v. 1, p. 7, 2008.

FADZIMA, W. R. Determinants of Technical Efficiency among Smallholder Cocoa Farmers
in Malaysia. [s. l.], p. 688–693, 2016.

GÓMEZ, E. H. et al. Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del
cacao en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 233–246,
2015.

GUNDUZ, O.; SILI, S.; CEYHAN, V. Farm level technical efficiency analysis and
production costs in tomato growth : a case study from Turkey. [s. l.], p. 26–38, 2016.

LANZ, O.; GRANADO, Y. Diagnóstico agrosocioeconómico del sector cacao (*Theobroma*
cacao L.) en Yaguaraparo, Municipio Cajigal, estado Sucre, Venezuela. *Revista Científica*
UDO Agrícola, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 425–435, 2009.

LANZAS., J. Análisis del beneficiado de cacao en fincas de productores de Cacaonica, Waslala, Raan, Nicaragua. [s. l.], p. 1–57, 2010.

MUKETE, N. et al. Analysis of the Technical Efficiency of Smallholder Cocoa Farmers in South West Cameroon. *American Journal of Rural Development*, v. 4, 2016, Pages 129-133, [s. l.], v. 4, n. 6, p. 129–133, 2016. Disponible em: <<http://pubs.sciepub.com/ajrd/4/6/2/>>

ONUMAH, J. A.; AL-HASSAN, R. M.; ONUMAH, E. E. Productivity and Technical Efficiency of Cocoa Production in Eastern Ghana. *Journal of Economics and Sustainable Development*, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 106–117, 2013. Disponible em: <www.iiste.org>

PÉREZ, A. M. et al. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Rio Blanco (Matagalpa , Nicaragua). *Ecosistemas*, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 125–141, 2006. Disponible em: <<http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/497/474>>

RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, Ana; TOVAR, Beatriz; TRUJILLO, Lourdes. Firm and time varying technical and allocative efficiency: An application to port cargo handling firms. *International Journal of Production Economics*, v. 109, n. 1–2, p. 149–161, 2007.

SAENZ, Y. I. Aporte del Cacaotal en la Economía y Nutrición Familiar en Waslala, Nicaragua. 2012. [s. l.], 2012.

SAUCEDA-OLIVERA, M. Impacto del arreglo espacial del componente arbóreo en sistemas silvopastoriles sobre el nivel de sombreado y la conectividad estructural de los paisajes en los municipios de Belén y Matiguás, Nicaragua. 2011. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, [s. l.], 2011.

TAPIA, S. Situación Actual de las Cadenas de Valor de Cacao desde una Perspectiva Regional Situación Actual. [s. l.], 2016.

ULLAH, A.; KHAN, D.; ZHENG, S. The determinants of technical efficiency of peach growers: Evidence from khyber pakhtunkhwa, pakistan. *Custos e @gronegocio on line*, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 211–238, 2017.

VAAST, P.; SOMARRIBA, E. Trade-offs between crop intensification and ecosystem services: the role of agroforestry in cocoa cultivation. *Agroforestry Systems*, [s. l.], v. 88, n. 6, p. 947–956, 2014.

VALENZUELA- GOMEZ., F. V. Análisis de Selección de Mejoras en La Producción Sostenible y Conservación de La Biodiversidad en Fincas Indígenas de Cacao en Talamanca, Costa Rica. 2001. [s. l.], 2001.

Agradecimientos

Rikolto VECO, quien recabó la información de este estudio.