

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA EN EL USO DE INSUMOS PARA LA  
PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL VALLE INTERANDINO DEL NORTE DEL HUILA Y  
EL SUR DEL TOLIMA

CAMILO ANDRÉS VILLALBA SANZ

PROYECTO INTEGRAL DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE

ECONOMISTA

ASESOR:

LUZ ROCIO CORREDOR GONZÁLEZ

ECONOMISTA

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

PROGRAMA DE ECONOMÍA

BOGOTÁ, D.C

2024

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Nombre  
Firma del Director

---

Nombre  
Firma del presidente de Jurado

---

Nombre  
Firma del jurado

---

Nombre  
Firma del jurado

Bogotá, D.C. noviembre 2023

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Vicerrectora Académica

Dra. María Fernanda Vega de Mendoza

Vicerrectora de Investigaciones y Extensión

Dra. Susan Margarita Benavides Trujillo

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Dr. Esteban Durán Becerra

Director del Programa de Economía

Dr. Mauricio García Garzón

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	7
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVOS	11
MARCO TEÓRICO	12
REVISIÓN DE LITERATURA	15
METODOLOGÍA	17
1. ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DE LA EFICIENCIA TÉCNICA EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO	19
1.1 Eficiencia Técnica en la Agricultura	19
1.2 Eficiencia Técnica en la Producción de Cacao	25
1.3 Eficiencia Técnica en la Producción de Cacao en Colombia	31
1.3.1 Mercado del cacao	36
1.3.2 Relatividad en el concepto de eficiencia	36
1.3.3 Análisis locales	37
1.3.4 Prácticas de producción	37
1.3.5 Condiciones exógenas	38
1.3.6 Factores ambientales	38
1.4 Características de la Producción de Cacao en el Huila	38
1.5 Características de la Producción de Cacao en el Tolima	40
2. CASO DE ESTUDIO: EFICIENCIA TÉCNICA DEL USO DE INSUMOS EN EL NORTE DEL HUILA Y EL SUR DEL TOLIMA	42
2.1 Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Constantes y Variables a Escala	46
2.2 Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Variables a Escala	49

2.3	Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Constantes a Escala	51
3.	EVALUACIÓN DE LOS DETERMINANTES EN LA EFICIENCIA TÉCNICA DEL USO DE INSUMOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL NORTE DEL HUILA Y EL SUR DEL TOLIMA	55
3.1	Resultados del Modelo de Mínimos Cuadrados para la evaluación de los Determinantes en la Eficiencia Técnica del Norte Del Huila y el Sur del Tolima.....	58
3.2	Medidas para mejorar la eficiencia técnica en la producción de cacao en el norte del Huila y el sur del Tolima	63
3.2.1	Impacto del cambio climático en la producción de cacao para el norte del Huila y el sur del Tolima	63
3.2.2	Presencia de asociaciones de productores cacaoteros en el norte del Huila y el sur del Tolima	64
3.2.3	Características demográficas de los productores de cacao del norte del Huila y el sur del Tolima	65
3.2.4	Acceso a crédito e infraestructura por parte de los productores de cacao en el norte del Huila y el Sur del Tolima	66
3.2.5	Implementación de buenas prácticas agrícolas en la producción de cacao del norte del Huila y el sur del Tolima	67
4.	CONCLUSIONES	72
	RECOMENDACIONES	75
	BIBLIOGRAFÍA	76
	ANEXO 1	84

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Variables Para el Análisis del Uso de Insumos de Insumos</i>	45
Tabla 2 <i>Retornos a Escala de Las Unidades de Producción</i>	48
Tabla 3 <i>Resumen de la Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Variables a Escala</i>	50
Tabla 4 <i>Resumen de la Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Constantes a Escala</i>	52
Tabla 5 <i>Variables con Influencia en el Nivel de Eficiencia Técnica</i>	57
Tabla 6 <i>Resultados del Modelo de Mínimos Cuadrados para Estimar la Influencia de los Determinantes en la Eficiencia Técnica en el Norte del Huila y el Sur del Tolima</i>	58
Tabla 7 <i>Nivel de Significancia Global del Modelo de Mínimos Cuadrados para la Evaluar los Determinantes de la Eficiencia Técnica en la Producción de Cacao.</i>	61
Tabla 8 <i>Pruebas Estructurales del Modelo de Mínimos Cuadrados para la Evaluar los Determinantes de la Eficiencia Técnica en la Producción de Cacao.</i>	62
Tabla 9 <i>Unidades Eficientes Bajo Rendimientos Constantes y Variables a Escala</i>	84

## RESUMEN

La eficiencia técnica se ha empleado de manera extensa para evaluar la productividad en la producción agrícola. A su vez, bajo un enfoque de desarrollo sostenible sistémico-ecológico, se ha propuesto identificar los factores que pueden ser determinantes en la consecución de sistemas productivos que sean amables con el medio ambiente. En esta búsqueda, los análisis de eficiencia técnica con una orientación a la disminución del uso de insumos cobran especial importancia, pues permiten establecer cuáles son las prácticas que llevan a algunos productores a ser más eficientes que sus pares, lo cual se complementa con la aplicación de modelos de regresión para encontrar los factores endógenos y exógenos que influyen en la cantidad de insumos que utilizan los productores. Así, se pueden analizar variables que van desde la idoneidad ambiental y eco sistémica de un territorio, hasta las características socio económicas de los productores.

Se adelanta una evaluación de la producción de cacao en el valle interandino del norte del Huila y el sur del Tolima haciendo uso del análisis envolvente de datos (DEA). El cacao se ha constituido como el producto insignia en la sustitución de cultivos ilícitos, lo cual ha tenido un impacto importante en la productividad de departamentos como Santander y Tolima. Este análisis se enfoca en identificar algunos de los factores más significativos en los niveles de eficiencia que presentan los productores del área de estudio en el uso de insumos agrícolas y su potencial reducción.

Palabras clave: eficiencia técnica, análisis envolvente de datos, producción de cacao, desarrollo sostenible, buenas prácticas agrícolas.



## INTRODUCCIÓN

En un mundo que se hace cada vez más consciente de la necesidad de mantener un equilibrio entre el desarrollo de la sociedad y el entorno natural, es crucial entender cómo los modelos de producción intensiva impactan los ecosistemas, en ocasiones, de manera irrecuperable.

Dentro del proceso evolutivo del hombre se han dado diferentes formas de relacionarse con el medio ambiente; se han dado relaciones de armonía con la naturaleza, pero también otras en las que el hombre ha llevado a cabo transformaciones artificiales. En el contexto de nuestro modelo económico actual, de no encontrar un equilibrio entre la demanda de recursos y la capacidad de los ecosistemas de producirlos, la deuda ambiental alcanzará un punto de irreversibilidad biofísica o económica porque sería demasiado caro rehabilitarla. Pabón (2010).

Los procesos de transformación de los ecosistemas por parte de la humanidad han llevado a generar impactos no solo en la naturaleza, entendida como el medio ambiente, sino también en las sociedades. Leff (2018) caracteriza el proceso de modernización como una crisis civilizatoria; las grandes desigualdades, la explotación social y de los recursos son fenómenos que tienden a crear círculos viciosos en los que las poblaciones vulnerables recrudescen estos mismos; los cuales, a su vez, repercuten en dicha vulnerabilidad.

En este contexto los países menos desarrollados, como en el caso de Latinoamérica, enfrentan diferentes desafíos para garantizar un desarrollo sostenible para la sociedad y el medio ambiente como índices elevados de pobreza y desigualdad, pérdida de recursos naturales y para especial interés de esta investigación, la pérdida de capacidad del aparato productivo de la agricultura frente al aumento de la población rural. La pérdida de la vocación productiva en el sector agrícola implica un detrimento de la calidad de vida de la población rural que encuentra cada vez más necesidades insatisfechas. En el largo plazo, esto puede convertirse en un problema de seguridad alimentaria para una población.

Ante esta problemática, la productividad y específicamente la eficiencia han sido estudiadas y recomendadas ampliamente como factores clave en la búsqueda de

mejorar tanto la producción agrícola como la calidad de vida de la población rural, por su potencial de influir directamente en la relación entre un sistema humano y el medio ambiente en el que se desarrolla, mientras se mantiene una capacidad productiva que asegure la supervivencia del ecosistema.

Este trabajo se centra específicamente en el estudio de la eficiencia técnica y de escala en la producción de Cacao para el valle interandino comprendido por los municipios de Rivera, Tello y Neiva al norte del Huila; y Ataco Rovira y Chaparral al sur del Tolima. El estudio se centra en evaluar la eficiencia en el uso de insumos para la producción de cacao e identificar las prácticas que pueden ayudar a los productores a ser más eficientes, con un enfoque en la reducción del uso de los insumos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Identificar las prácticas que pueden influir en el nivel de eficiencia técnica bajo el que operan los productores de cacao del norte del Huila y el sur del Tolima.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los factores que influyen en la eficiencia técnica del uso de insumos agrícolas en la producción de cacao.
- Calcular la eficiencia con retornos constantes y variables a escala en el uso de insumos para la producción de cacao en el norte del Huila y el sur del Tolima.
- Proponer medidas para mejorar el desempeño de las unidades productoras con ineficiencia técnica y de escala.

## MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del marco teórico de esta investigación se partió de lo más general hasta lo más específico. Empezando por el concepto de desarrollo sostenible a manejar, a partir de este, el concepto de competitividad y como componente de esta, la eficiencia y sus mecanismos de medición.

Primero se hizo una contextualización del concepto de desarrollo sostenible expuesto por Galopín (2003) desde un enfoque sistémico-ecológico, el cual plantea el control de los efectos directos e indirectos sobre los ecosistemas; equilibrio entre los insumos y productos materiales de los sistemas humanos y la minimización de los factores de perturbación de los ecosistemas, tanto locales como globales. Que a su vez concuerda con las ideas de Pabón (2010) y Leff (2018) sobre un desarrollo sostenible fundamentado en formas socio ambientales de producción que implican una combinación de trabajo humano, saberes, recursos naturales e instrumentos, que pueda valorarse de acuerdo a la eficiencia ecológica, en relación con las interacciones sociales.

Con el fin de estudiar la distribución de los recursos en busca de una mejora en los estándares de vida, esta investigación se ha centrado en el concepto de la productividad, la cual puede ser definida como la habilidad de vender productos que cumplan con requerimientos de demanda y, al mismo tiempo, asegurar una rentabilidad a través del tiempo que permita un crecimiento de la firma, Latruffe (2010). Además, según Porter (2007) hay tres condiciones críticas para la competitividad: innovación ascendente, creación y apoyo especializado y ventajas locales únicas; y, por último, un trabajo entre sectores públicos y privados para alentar a los conglomerados a crecer y diversificar.

Teniendo en cuenta las condiciones primera y segunda, la innovación tecnológica puede entenderse como un proceso de constante aprendizaje acumulativo en el que las firmas pueden tener mejores productos y procesos. La tecnología, “no es solo un objeto que se ofrece en el mercado, sino también un proceso de aprendizaje social, en el cual se van abriendo nuevas posibilidades” (Montero & Morris, 1990).

Al entender la innovación como un fenómeno cultural asociado a la acumulación de conocimiento, esta tiene el potencial de impulsar economías de escala, acumulación

de capital y desarrollo social en las localidades, dando lugar a círculos virtuosos competitivos que caracterizan el crecimiento endógeno. Garcia y Gómez (2018). Es por esto que se puede decir que la competitividad y el desarrollo son procesos sincrónicos que implican el fomento de capacidades y competencias en la población, esto hace que la competitividad y el desarrollo local estén estrechamente relacionados.

Dentro del análisis de la competitividad, de acuerdo a Charnes y otros (1978) se ha estudiado ampliamente el concepto de la eficiencia, por su potencial de mejorar la productividad de una unidad de decisión productiva (DMU por sus siglas en ingles); mientras se asegura un uso mucho más sostenible de sus recursos, conciliando los conceptos de competitividad y desarrollo sostenible abordados anteriormente. Por una parte, *“Mayor eficiencia se traduce, en definitiva, cuando se trata de factores cuya restricción se levanta mediante el uso de insumos, en mayor rendimiento por unidad de insumo, y por lo tanto en menor costo de producción.”* (Berger, 2018).

Particularmente, la eficiencia puede entenderse como la diferencia entre los valores alcanzados y los valores óptimos en la relación de insumos y productos. Farrell (1957) plantea la eficiencia en términos de una reducción potencial en el uso de insumos, sin cambiar el nivel de producción, a esto se le conoce como eficiencia técnica. Dicha noción, hace referencia a la distribución eficiente de recursos neoclásica y el criterio óptimo de Pareto. Esta visión concuerda con la que propone De Wit (1992) fundamentada en la ley de Liebscher, propuesta a finales del siglo XIX, según la cual todos los factores de producción se utilizan de manera más eficiente cuando están en su óptimo.

A su vez, la eficiencia se puede dividir en tres componentes: de escala, locativa y técnica. La eficiencia de escala sirve para determinar si una unidad productiva opera a un tamaño óptimo o sub-óptimo, las que son eficientes operan con rendimientos constantes a escala (CRS). La eficiencia técnica asume rendimientos variables a escala (VRS) determina si una firma obtiene el máximo de salidas con respecto a los insumos dados, o que el mínimo de insumos se emplee ante una cantidad de salidas determinada. Por otra parte, la eficiencia locativa es la que evidencia si una unidad productiva obtiene el máximo retorno de su relación entre ingresos y salidas a un nivel de precios dado.

Quien expreso primero la eficiencia técnica y locativa en términos matemáticos fue Farrell (1957). En su trabajo se enfocó en la eficiencia en términos de los insumos, es decir, la reducción potencial del uso de insumos manteniendo un nivel de salidas sin alterar.

Bajo dicha concepción teórica, se han planteado diferentes maneras de encontrar la función optima entre insumos y productos, algunas paramétricas y otras no paramétricas. Las paramétricas intentan encontrar una función de producción al estimar sus parámetros con econometría. Un ejemplo paramétrico es el índice numérico en el que se evalúan las salidas agregadas con los insumos agregados. Diferentes formas de agregación conducen a diferentes índices de la productividad total de los factores, que es un concepto que describe la productividad de los factores de producción. Los principales índices utilizados son Laspeyre, Paasche, Fisher, Tornqvist y Índices de Eltetö-Köves-Szulc. En general, se emplean precios ponderados en la construcción. Estos índices dan cuenta de la participación relativa de cada producto en los ingresos de la empresa y de la participación de cada insumo en los costos de la empresa. Cada índice asume implícitamente una función de producción subyacente. Por ejemplo, el índice de Laspeyre implica una función de producción de Leontief. (Latruffe 2010).

Por otra parte, los métodos no paramétricos evalúan el desempeño de cada unidad productiva con respecto a las más eficientes de una muestra. Para tal fin se emplea, mayormente, un método llamado análisis envolvente de datos (DEA), desarrollado por Charnes, A. Cooper, W. Rhodes, E. (1978). Este permite evaluar la eficiencia de un grupo de unidades productivas de acuerdo a una frontera optima marcada por las unidades más eficientes de la muestra; este método permite descomponer la eficiencia en sus componentes técnicos y de escala. La eficiencia técnica total se calcula bajo la asunción de rendimientos constantes a escala (CRS), mientras que la eficiencia puramente técnica se calcula sobre rendimientos variables a escala (VRS) y se relaciona puramente con prácticas de dirección de la unidad productiva. (Latruffe 2010).

## REVISIÓN DE LITERATURA

La eficiencia ha sido estudiada de manera extensa como un factor para mejorar la competitividad. Desde la teoría neoclásica de la asignación eficiente de recursos, hasta el criterio óptimo de Pareto, se han llegado a desarrollar mecanismos de medición de la eficiencia como el que plantea Fried, Lovell, & Schmidt (1993) donde la eficiencia se entiende como la capacidad de una unidad productiva que emplea diferentes insumos para producir diferentes salidas, de redistribuir sus recursos, si la reducción de algún insumo requiere el aumento en otro o una reducción en al menos una salida.

Dicha concepción se ha aplicado en conceptos más actuales como la eco-eficiencia, definida por Marcotte, M. Arcand, Y. Maxime, D. Landry, D. (2011) como una forma de evaluar los parámetros del desarrollo sostenible, para reducir el consumo de recursos y el impacto en la naturaleza, mientras se mantiene o aumenta el valor de un producto manufacturado.

Teniendo esta base teórica como punto de partida, el mecanismo de medición en el que se centra esta investigación es el análisis envolvente de datos (DEA), pues permite comparar una unidad productiva frente a otras y también frente a sí misma, además de descomponer la eficiencia en sus componentes técnico y de escala. El DEA se ha empleado para llevar a cabo estudios en la relación entre insumos y productos en diferentes ámbitos, incluyendo: estudios de la eficiencia de Pymes por parte de Pumisacho y Alvarado (2018) y la eficiencia técnica, locativa, económica y de escala en la producción de arroz en Arkanasas por Watkins, Hristovska, Mazzanti, & Wilson (2014).

En cuanto a la evaluación de la eficiencia en la producción de cacao se cuenta con estudios adelantados por Bucaram, Quinde, Mayorga y Bueno (2021) Quienes llevaron a cabo una evaluación de la eficiencia técnica en la producción de cacao nacional en los principales cantones de la provincia de Guayas en Ecuador. Este estudio se adelantó con el uso del análisis envolvente de datos bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala y permitió identificar los cantones (para el caso colombiano, municipios) más eficientes dentro de la provincia (departamento) de Guayas.

Por otra parte, Castillo, Legarreta-Gonzalez, Olivas-García y García-Fernández (2020) en su análisis de la eficiencia técnica del cultivo de cacao en la región norte centro

de Nicaragua llevan a cabo un análisis estocástico de fronteras con el que identifican factores demográficos y económicos que influyen en la eficiencia técnica de la región en mención.

Velez (2022) analiza el papel del riego en la eficiencia técnico-productiva del sector agrícola en Colombia. Por medio de un análisis estocástico de fronteras establece que el sector agrícola de Colombia es ineficiente y que el riego y la adecuación de tierras son los factores más relevantes en la producción.

Para los departamentos del Huila y Tolima no se cuenta con estudios sobre la eficiencia en la producción agrícola. Sin embargo, Peraza Peraza (2022) plantea estrategias para promover la competitividad en la producción de cacao en el departamento del Huila. Entre estas estrategias, el análisis sobre la importancia del cacao orgánico y las buenas practicas involucradas en su producción, resulta relevante para la investigación pues se establece que estas prácticas representan una ventaja comparativa ya que los consumidores buscan productos cuya cadena productiva reduzca el uso de contaminantes y asegure una producción con responsabilidad social.

Por parte del Tolima, se cuenta con varios estudios en cuanto a la caracterización de la producción de cacao como el que se adelantó por parte de Chica Lobo y otros (2020) Donde se llevan a cabo caracterizaciones del sistema de producción del cacao, de la edafoclimática de la zona, Estrategias para la adaptación de la producción sostenible y la cosecha y beneficio. Por su parte Sánchez Trujillo, Solano Suarez, & Serrano Coronado (2018) establecen estrategias de competitividad para potenciar el sector del cacao en el departamento del Tolima a nivel internacional en el marco del pos acuerdo.

Teniendo en cuenta los estudios realizados sobre la producción del cacao en el Huila y el Tolima, esta investigación busca aportar a la discusión sobre la mejora en la competitividad de estos dos departamentos desde un enfoque cuantitativo buscando identificar las prácticas que llevan a cabo algunos productores que les permiten ser más eficientes que sus pares.



## METODOLOGÍA

Se realizará un estudio de caso para el valle interandino comprendido por los municipios de Rivera, Tello y Neiva al norte del Huila; y Ataco Rovira y Chaparral al sur del Tolima para evaluar la eficiencia en el uso de insumos de las unidades productivas en el cultivo de cacao, en términos de la eficiencia técnica y de escala. Se llevará a cabo una investigación cuantitativa de carácter analítico con la cual se pretende establecer acciones encaminadas a mejorar la eficiencia de los municipios evaluados.

Se cuenta con una muestra de 43 productores para los cuales Agronet en su archivo “Base costos permanentes MADR\_2018” presenta los datos de rendimiento por hectárea para cada productor y los insumos empleados, así como labores culturales, de cosecha y beneficio. Se ha tomado el rendimiento por hectárea y se ha contrastado con el tamaño promedio de los productores en las regiones en cuestión de acuerdo a datos de la encuesta nacional agropecuaria (ENA) por parte del DANE (2020), para establecer la producción por hectárea de acuerdo al tamaño del productor. Esta matriz de producción por hectárea en toneladas se ha tomado como la variable de salida  $y$  de nuestro modelo, las entradas  $x$  están representadas por los insumos empleados: semillas, labor, fertilizantes, fungicidas, herbicidas e insecticidas.

Para la medición de las fronteras de producción eficientes propuestas por Farrell (1957), existen métodos paramétricos y no paramétricos. “A través del enfoque paramétrico, se asume que el modelo ajustado es aplicable a cada unidad en la muestra. Por el contrario, en DEA se optimiza de manera particular la medida de “lo bien o mal que opera” cada DMU” (Aparicio, 2007). De acuerdo a Latruffe (2010) al calcular la eficiencia técnica (eficiencia técnica total) con DEA, esta se puede descomponer en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. La eficiencia técnica total se mide bajo el supuesto de retornos constantes a escala (CRS) y la eficiencia técnica pura con el supuesto de retornos variables a escala (VRS). La eficiencia de escala es el residuo entre la medida bajo CRS y VRS.

El puntaje de eficiencia técnica total bajo CRS representado por  $\hat{\theta}_i$ , para cada DMU de la muestra, bajo un enfoque de insumos está dado por la solución del siguiente modelo de programación lineal:

$$\min_{\delta, \hat{\theta}_i} \hat{\theta}_i$$

Sujeto a

$$-y_i + y\delta \geq 0$$

$$\hat{\theta}_i x_i - x\delta \geq 0$$

$$\delta \geq 0$$

Donde  $x$  y  $y$  son las matrices de insumos y productos de todas las DMU observadas, respectivamente;  $x_i$  y  $y_i$  son los vectores de insumos y productos de la  $i$ -ésima DMU;  $\delta$  es un vector de constantes de tamaño  $n \times 1$ , siendo  $n$  el número de DMU en la muestra.

Para incluir la posibilidad de que las DMU operen bajo VRS, se incluye la siguiente restricción:

$$n1x\delta = 1$$

Donde  $n1$  es un vector de unos de tamaño  $n \times 1$ , cuya suma de sus componentes debe ser igual a 1. Con esto, se puede calcular eficiencia técnica pura. Posteriormente, la eficiencia de escala se calcula como la razón entre eficiencia técnica total y eficiencia técnica pura.

Para la realización de pruebas de inferencia estadística se llevará a cabo un proceso de bootstrapping que permitirá identificar las desviaciones de los datos y ajustar las mismas permitiendo establecer los rangos de confiabilidad estadística del modelo, esto se empleará posteriormente para determinar en qué tipo de rendimientos a escala operan las unidades productivas.

Para llevar a cabo el proceso de bootstrapping se debe contar con que las unidades productoras sean homogéneas en sus sistemas productivos, de esta manera se puede asegurar que la ineficiencia de las unidades productivas está distribuida de manera aleatoria. Este es un motivo fundamental por el cual se ha escogido este grupo de productores pues presentan similitudes en su uso de insumos, en las condiciones climáticas y de suelos y en las prácticas que implementan para llevar a cabo su producción.

# **1. ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DE LA EFICIENCIA TÉCNICA EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO**

## **1.1 Eficiencia Técnica en la Agricultura**

La seguridad alimentaria es uno de los temas de mayor importancia para los gobiernos, no en vano uno de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) lleva el nombre de hambre cero. En la consecución de este objetivo ha prevalecido la meta de reducir los precios de los alimentos por medio de un aumento en la oferta, para lo cual se han implementado diferentes medidas en la búsqueda de mejorar la productividad del sector. Estas medidas han estado representadas mayormente por subsidios a la producción y asistencia técnica, y han tenido repercusiones en el plano económico y ambiental (Benton & Bailey, 2019). En el plano económico, los productores están cada vez más sujetos a las fluctuaciones del mercado, específicamente a la caída de precios como producto de la sobreoferta; el índice de precios de alimentos del Banco Mundial ha decaído en un 37% para el periodo 1961 – 2012 (Banco Mundial, s.f.). En cuanto a las consecuencias ambientales, la producción extensiva y el uso de insumos nocivos para el medio ambiente han sido promovidos a lo largo de las últimas décadas como medidas que pueden potenciar la productividad, lo cual ha llevado a que los productores se inclinen por emplear estos insumos en detrimento del medio ambiente en la búsqueda de maximizar su producción.

De acuerdo a Benton & Bailey (2019), la producción del sector agrícola, tomando como representación las plantaciones de cereales, ha crecido un 193% desde 1961. El aumento en la productividad del sector ha estado directamente relacionado con una mejoría en la productividad total de los factores que ha presentado un crecimiento de 0,93% anual en el periodo 1961 – 2012, mientras que la tierra dedicada a la agricultura solamente ha crecido un 10%. Por lo que los autores plantean que la eficiencia técnica ha sido la que ha dado impulso al crecimiento del sector. Sin embargo, como veremos más adelante, la eficiencia se ha usado indistintamente del concepto de productividad y esto ha tenido repercusiones en la manera en que se diseñan las políticas en torno a la producción agrícola.

Teniendo como base los postulados neoclásicos de optimización y racionalidad, la eficiencia ha sido empleada como mecanismo de medida y mejora del rendimiento de una unidad productiva. Sin embargo, Rodríguez-Sperat & Jara (2019) plantean como la eficiencia se ha utilizado como sinónimo de productividad, con un enfoque de maximización de los resultados, es decir, manteniendo un nivel de recursos dado se busca aumentar ya sea el rendimiento (eficiencia técnica) o el beneficio (eficiencia locativa). Ante esta confusión conceptual, los autores aclaran que la eficiencia es un mecanismo de medida relativa para comparar las prácticas que lleva a cabo una unidad productiva con una frontera de producción eficiente. Esta concepción de la eficiencia como una unidad de medida relativa da lugar a una diferenciación entre los conceptos de productividad y eficiencia que permite medir la capacidad productiva de una unidad con respecto a un grupo de productores.

Con esta base teórica, diferentes autores han tomado postura en la discusión, específicamente en lo referente a la agricultura campesina y como esta presenta particularidades que implican el uso de metodologías diferentes a las de la producción en términos de maximización del beneficio pues

...para cada sistema económico, e incluso para cada fase de su desarrollo, hay grandes variaciones en el papel que desempeñan las unidades económicas campesinas en la economía nacional, en la interacción de estas con otros tipos de unidades económicas, así como en las interrelaciones y en la lucha del campesinado como clase con otras clases coexistentes y, por fin, en el modo en que aquellas participan en la distribución del ingreso nacional (Chayánov, 1974, p. 34).

Ante estas particularidades Sperat y Jara expresan que la eficiencia locativa no resulta ser una medida eficaz para el sector agrícola pues esto lleva a que los problemas sean vistos como un mero conflicto de asignación de recursos en respuesta a los cambios en los precios. Adicionalmente, plantean que el análisis del comportamiento de la producción campesina requiere el uso de unidades diferentes al valor cuantificable del dinero.

Las problemáticas expuestas dan cuenta de los fallos que han existido al momento de evaluar las unidades de producción agrícola como meros entes generadores de capital. Una alternativa que se ha venido empleando en los últimos años es el uso de la eficiencia técnica relativa como mecanismo de medición de los retornos y recursos que se usan por parte de las unidades de producción agrícola; al centrarse en las cantidades en lugar del valor nominal de los recursos, se puede llegar a incluir variables mucho más amplias en los estudios de eficiencia. Este es el caso de la investigación adelantada por Wysokiński y otros (2020) donde se realiza un análisis de la eficiencia económica y energética de la agricultura en los países de la Unión Europea.

Por su parte, Nowak y otros (2015) llevaron a cabo una evaluación de la eficiencia técnica en la Unión Europea donde se analizan las variables de tamaño de la unidad de producción, educación del propietario, gastos en capital y calidad del suelo. Los autores encontraron que los países que se ubican en el rango bajo de eficiencia técnica con respecto a la media pueden lograr una mejora de 30 a 40% en su producción implementando las prácticas de los países que se ubicaron en las primeras posiciones. Por otra parte, el estudio mostró que factores como la calidad del suelo, la edad del propietario de los habitantes de la unidad productiva y los incentivos a la inversión influyen de manera positiva la eficiencia técnica. Otro hallazgo revelador del documento es que el tamaño de la unidad de producción no influye en la eficiencia técnica, por lo que el autor expresa que las políticas encaminadas a aumentar el tamaño de las unidades para mejorar su eficiencia debería replantearse ya que desde la perspectiva del desarrollo sostenible es deseable que las unidades sean pequeñas pues estas muestran, gracias a sus métodos de producción extensiva, que pueden llegar a hacer un uso más eficiente de los recursos naturales, procurando así la preservación de los mismos.

Estos estudios dan cuenta de la importancia de la inclusión de otras visiones enmarcadas en el desarrollo sostenible para entender de mejor manera la eficiencia de los productores agrícolas. En este contexto cobra especial importancia la agricultura orgánica pues, como lo expresa IFOAM – Organics International (2015), la agricultura orgánica es un sistema de producción que procura la salud de los suelos, ecosistemas y

personas. Se fundamenta en procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos de los mismos, articulando estos con las condiciones locales, dejando de lado el uso de insumos químicos que puedan tener efectos adversos.

Djokoto (2015) realizó un meta análisis de la eficiencia técnica en la agricultura orgánica tomando como referencia estudios realizados desde 1994 hasta 2012. Este análisis plantea que la adopción de la agricultura orgánica es un fenómeno relativamente nuevo por lo que no se cuenta con mucha información sobre este tipo de agricultura. El estudio concluye que la eficiencia técnica media no ha aumentado en el periodo observado por lo que es necesario mejorar los materiales de plantación, incrementar la disponibilidad y uso de materiales fertilizantes y de protección de las cosechas. Por último, establece la necesidad de realizar más estudios que permitan dilucidar el estado de la agricultura orgánica a nivel local.

A nivel de América latina la eficiencia técnica se ha estudiado desde diferentes enfoques. La investigación de Pinto y otros (2018) evalúa la eficiencia y eficacia del sector agrícola en América latina. Las variables de entrada fueron área de producción con actividad agrícola, número de unidades de producción agrícola, número de individuos en hogares relacionados con actividades agrícolas, número de individuos trabajando en actividades agrícolas, mecanización de la unidad y uso de correctivos y asistencia técnica. Las variables de salida fueron cantidad cosechada, producción animal, producción total, producción por producto principal y área no degradada por la producción. Los resultados muestran que la eficiencia de la región es de 49.70% en promedio. El país con la eficiencia media más alta es Uruguay con un 60.41%.

Por otra parte, Moreno-Moreno y otros (2018) evaluaron la eficiencia operacional y ambiental de 18 países de América latina y el caribe. Toma como entradas las variables de stock de capital, mano de obra, tierra y consumo de fertilizantes; y como salidas el valor de la producción agrícola agregada y las emisiones agrícolas de CO<sub>2</sub>. Los resultados muestran que hay 6 países que cumplen con los tres indicadores de eficiencia: operacional, ambiental y unificada. También se identifica el grupo de países que no cumplen el índice de eficiencia unificada y se enuncian los cambios que se deberían introducir en estos países para lograr ubicarse en la frontera. En contraste con el estudio

de Pinto, el de Moreno arroja unos valores de eficiencia mayores y ubica a varios países en la frontera de eficiencia.

Ante las discrepancias en estos estudios, es pertinente el análisis de Sotelsek-Salem & Laborda-Castillo (2019), el cual aborda el problema de la medición del desarrollo y la productividad agrícola de América latina. Haciendo uso de una descomposición de los índices de la productividad total de los factores, identifican establecen que solamente tres países de los 19 analizados presentan una disminución en su productividad. Esto, según los autores, está en discrepancia con estudios anteriores; ante lo cual recomiendan que los análisis sobre este tema sean tomados con precaución pues la metodología empleada en la medición influye en que los resultados sean contradictorios. Otro aspecto importante expuesto en esta investigación es que se debe indagar en el motivo por el cual el crecimiento de la productividad en la región ha sido mayor de lo reportado, los autores recomiendan realizar estudios que incluyan variables involucradas en mejorar la eficiencia y la técnica.

En Colombia la eficiencia técnica se ha estudiado por diferentes autores. Silva Mora & Gutierrez Molina (2019) adelantaron un estudio sobre la eficiencia técnica de la agricultura familiar en el post conflicto. Esta investigación encontró que existe un nivel bajo de eficiencia técnica lo cual quiere decir que hay lugar a mejoras en la manera en que los productores usan la combinación de factores evaluados, incluyendo los insumos. Otro hallazgo importante es que el tamaño de la unidad de producción no influye en la eficiencia técnica presentada.

Barajas Rincón & Pabuena Sánchez (2023) realizó un estudio de la eficiencia técnica y de escala en el nororiente del país. Se utilizaron datos de corte transversal del año 2019 para identificar la eficiencia de un grupo de cultivos. De acuerdo a esta investigación, el aguacate, el café, el cacao y el plátano son los cultivos con mayor eficiencia técnica pura. Por otra parte, el aguacate, el café y el cacao presentan también eficiencia de escala. Esta investigación también encontró que el área cosechada tiene una relación significativa con la eficiencia técnica.

Melo-Becerra & Orozco-Gallo (2015) realizaron un estudio de la eficiencia técnica en los hogares con producción agropecuaria. Este estudio incluye variables que intentan

abarcar de manera más amplia los factores involucrados en la eficiencia técnica para el sector agrícola, tomando en cuenta los diferentes sistemas que pueden resultar a partir de las diferencias tecnológicas producto de factores climáticos, demográficos, económicos y ambientales. Los resultados arrojaron que los insumos estudiados influyen en los niveles de producción. Por otra parte, encontraron que las unidades podrían estar operando bajo rendimientos decrecientes a escala, lo cual atribuyen al manejo de fertilizantes e insecticidas y al uso intensivo de la tierra. Otro hallazgo importante es que los pequeños productores presentaron ineficiencias ante los de mayor tamaño.

El estudio de meta-frontera entre de los diferentes sistemas de producción arrojó que si las unidades productoras se acercan a la frontera de cada uno de sus sistemas pueden tener un ahorro significativo en su uso de insumos o mejorar significativamente sus niveles de producción. Ante esto, se proponen dos frentes en los cuales se deben tomar medidas; por una parte, para mejorar la eficiencia de los hogares frente a la frontera de sus sistemas específicos; por otra, para reducir la brecha tecnológica de los diferentes sistemas productivos.

Los diferentes estudios analizados dan cuenta de cómo se puede emplear la eficiencia técnica para entender la manera en que un grupo de unidades utilizan sus recursos con el fin de maximizar su producción. Cabe anotar que una tendencia que se ha podido identificar en los estudios es el enfoque a la maximización de resultados manteniendo el mismo nivel de insumos empleados, esta postura como ha sido mencionado por Benton & Bailey (2019) ha desencadenado en ineficiencias que tienen repercusiones en los planos ambientales y sociales. Junto con el cuestionamiento de la medición de la eficiencia para los hogares productores por parte de Rodríguez-Sperat & Jara (2019) y teniendo en cuenta las apreciaciones por parte de la producción orgánica en la que los pequeños productores pueden llegar a ser más eficientes en términos de sostenibilidad, los análisis de carácter territorial cobran especial importancia.

Las investigaciones de Melo-Becerra & Orozco-Gallo; Sotelsek-Salem & Laborda-Castillo; Pinto, Rossato, Coronel, & Schuh; Djokoto; y Nowak, Kijek, & Domanska coinciden en su apreciación de que es necesario evaluar la eficiencia técnica de los productores a nivel local, teniendo en cuenta las particularidades de cada territorio. Estas



características de tipo ambiental son la principal motivación para desarrollar esta investigación específicamente para la producción de cacao, el análisis local y particularmente de agrupaciones de productores permite llevar a cabo investigaciones con el potencial de acercarse más a la realidad dado que factores dichos factores que muchas veces escapan a la formulación de un modelo resultan ser comunes para grupos pequeños de productores, entre estos factores esta la fertilidad de la tierra, la presencia de precipitaciones, entre otros.

Reconociendo las recomendaciones de cada uno de estos autores, esta investigación pretende aportar información de valor para los productores haciendo uso de la eficiencia técnica como medida relativa en la búsqueda de reducir el uso de insumos nocivos para el medio ambiente. Así, los hallazgos de esta investigación otorgarán a los productores información sobre las prácticas que permiten a sus pares utilizar una menor cantidad de insumos en la búsqueda de lograr una interacción más amable con el medio ambiente, lo cual se puede constituir como un primer paso hacia una producción orgánica.

## **1.2 Eficiencia Técnica en la Producción de Cacao**

Antes de revisar la eficiencia técnica en la producción de cacao, se presenta una breve caracterización del mercado con datos tomados de la plataforma suiza para el cacao sostenible (Swiss Platform for Sustainable Cocoa, 2023).

En el periodo 2021 – 2022 se produjeron alrededor de 4.9 millones de toneladas de cacao a nivel mundial. Costa de marfil y Ghana son los principales productores con 43 y 20% de la producción mundial, respectivamente. El siguiente país es Ecuador con 7% de producción. El 81% de la producción mundial se ubica en África, el 15% en América y el 4% restante en Asia y Oceanía. El mercado del cacao ha crecido de manera constante a lo largo de los últimos 40 años llegando a comercializar hasta un 95% de los granos de cacao en los mercados internacionales. Adicionalmente, el mercado del cacao está sujeto a diferentes tendencias y fluctuaciones provocadas por inestabilidad política, caídas de producción relacionadas con el clima y sobre producción por parte de los países productores.

En cuanto a datos de procesamiento del cacao, Europa es el principal transformador con un 36% de los granos de cacao, seguido por Asia y Oceanía con 23%, África con 21% y América con 20%. Un tercio de los granos que se procesan en Europa son transformados en Holanda. El consumo per cápita de cacao es liderado por suiza con 11.6 Kg, seguido de estados Unidos con 9 Kg y Alemania con 5.7 Kg.

La gran mayoría de literatura sobre producción de cacao se ha enfocado en estudios en el territorio africano. A continuación, se revisan algunas de las investigaciones adelantadas con el fin de entender los posibles factores que tienen influencia en la eficiencia técnica en la producción de cacao.

Para entender la productividad y eficiencia del cacao es pertinente analizar las causas por las que una planta con origen en Centroamérica es producida a escalas mucho más significativas en el continente africano. Según lo expuesto por Coulibaly & Erbao (2019), el cultivo de cacao en el oeste de África ha obedecido a los procesos de colonización que tuvieron lugar en Ghana y Nigeria por parte de Inglaterra y en Costa de Marfil por parte de Francia. En su estudio empírico sobre los determinantes de la producción de cacao en Costa de Marfil, los autores plantean que si bien el país contaba con las condiciones idóneas para la producción: clima, fertilidad de la tierra, acceso a la tierra y vocación agrícola. un factor determinante para que el cacao se produjera en Costa de Marfil fue la posibilidad de usar mano de obra coaccionada, con lo cual la producción de cacao floreció en el continente africano para satisfacer la demanda europea.

Con este contexto como base, los autores emplean la influencia de la mano de obra, uso de nitrógeno, uso de fosfato, tierra destinada a la producción, emisiones de CO<sub>2</sub> y estabilidad política como variables explicativas de la cantidad de toneladas que se producen en el país. Los resultados que arroja el estudio son reveladores y dan cuenta de las características de producción en un país que domina el mercado. La mano de obra resultó tener un efecto negativo en la producción, el uso de más tierra para la producción también presentó un efecto negativo, esto es atribuido por los autores a la degradación de la tierra que ha resultado como producto de la producción de los últimos 32 años.

Por otra parte, el uso de nitrógeno presentó un efecto positivo mientras que el uso de fosfato arrojó un efecto negativo. Las emisiones de CO<sub>2</sub> también mostraron una influencia negativa y la inestabilidad política resultó no tener ningún efecto en la producción. De acuerdo a los autores, sus hallazgos están en contraposición con investigaciones previas. Sus conclusiones muestran que usar más fertilizantes no mejora la producción y que el uso de fosfato debe ser replanteado. De manera similar, aumentar la mano de obra tiene efectos negativos, se debe propender por mano de obra calificada y eficiente; la degradación de la tierra también ha provocado que la capacidad productiva este en contraposición con el aumento de tamaño de los cultivos.

Para finalizar, los autores realizan un recorrido por las diferentes etapas productivas estableciendo que para la época que abarca desde la pre-colonia hasta la post-colonia, el auge del sector se fundamentó en el influjo de mano de obra y la disponibilidad de tierra. El segundo periodo se caracterizó por la liberalización del sector, que provocó una caída en los precios, lo cual se vio recrudescido por la falta de mano de obra y escasas de tierra; estos factores aquejan a la producción de cacao en Costa de Marfil hasta el día de hoy.

Binam, Gockowski, & Nkamleu (2008) realizaron un análisis de meta frontera de la eficiencia técnica y el potencial productivo de los productores de cacao en los países del oeste africano. De acuerdo a este estudio, Camerún es el país con menor productividad operando a un 70% de su producción posible con respecto a la meta frontera de tecnología. Ghana, Nigeria y Costa de Marfil tienen valores de 88%, 96% y 92%, respectivamente. Por otra parte, se encontró que Nigeria, Camerún y costa de marfil tienen puntajes de eficiencia técnica de 0.74, 0.65 y 0.58. Mientras que Ghana tiene una eficiencia técnica de 0.44. Estos resultados sugieren que cada país tiene la posibilidad de aumentar su producción al evaluar su eficiencia con respecto a la frontera nacional. Esta investigación concluye indicando las medidas que se pueden tomar para mejorar la eficiencia de los países evaluados: mejorar el acceso a la infraestructura social y económica, incrementar los préstamos a actividades agrícolas, mejorar el manejo de recursos naturales y el medio ambiente y desarrollar una estrategia común para el sector del cacao que incluya mejores prácticas y acceso a tecnologías de extensión.

Danso-Abbeam & Baiyegunhi (2019) realizaron un estudio sobre la eficiencia técnica y la brecha tecnológica en la industria de cacao de Ghana. De acuerdo a la caracterización que elaboran los autores, la producción de cacao en Ghana es predominantemente de pequeña escala y se enfrenta a diferentes retos como alta competencia con otros sectores agrícolas por recursos y políticas de intervención, incidencia de plagas y enfermedades y baja fertilidad del suelo. También cuentan con retos a nivel de infraestructura, acceso a crédito y aprovisionamiento de insumos. De acuerdo a esta investigación, Ghana presenta problemas de productividad en comparación con países como Costa de Marfil, Nigeria y Camerún. Este análisis arrojó que los productores en las regiones evaluadas producen a niveles inferiores de los que deberían. También se encontró que existen diferencias tecnológicas que pueden ser remediadas haciendo uso eficiente de los recursos existentes para lograr los niveles de producción deseados.

La investigación de Fadzim, Azman Aziz, & Abdul Jalil (2017) se centró en los determinantes de la eficiencia técnica para los productores de cacao en Malasia. De acuerdo a este estudio, Malasia cuenta con problemas de productividad en su sector cacaotero. El país ha ido perdiendo productividad, lo cual es atribuido a la preferencia de los pequeños productores por cultivos con procesos de plantación más simples. Los productores de pequeña escala presentan una productividad de 0.5 toneladas por hectárea por lo que la meta de la MCB (Malysian Cacao Board) es aumentar dicha productividad a 1.5 toneladas por hectárea. Las variables que resultaron ser significativas en el modelo fueron la ratio de mano de obra por hectárea, el mantenimiento de registros de producción, la jornada a tiempo completo, el conocimiento, la asistencia a cursos impartidos por el gobierno y por último la ubicación. Este último factor indica diferencias en la eficiencia entre los productores de la península de Malasia y los de Sabah.

Por su parte, Effendy y otros (2019) estudiaron los factores que influyen la eficiencia en la producción de cacao con el fin de aumentar los ingresos rurales en Indonesia. Las principales dificultades que enfrenta la producción en Indonesia se deben a la presencia de enfermedades, reducción de la productividad, baja calidad en los granos de cacao y manejo sub óptimo de los recursos involucrados. Este estudio

encontró que los productores tienen una eficiencia técnica de 0.818 en promedio y una eficiencia locativa de 0.462. Los factores de influencia que se encontraron fueron la calidad de las semillas, uso de fertilizantes orgánicos, frecuencia de entrenamiento de los operadores de las unidades productivas, acceso a crédito, acceso a los mercados, participación de las mujeres y el género de quien maneja la unidad.

Para el caso de la producción en América existen ciertas particularidades. De acuerdo a la caracterización realizada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2016) la producción de cacao ha aumentado a nivel global principalmente por el aumento de las áreas de producción. Sin embargo, América latina ha presentado aumentos en su productividad más que en su área cultivada (84,2% y 8% respectivamente), en lo que los autores definen como un tipo de producción más sostenible que los presentes en otros territorios, ante lo cual, la eficiencia tiene un papel protagónico pues *“La segunda fuente de crecimiento de la productividad son los cambios en la eficiencia técnica, como medida del nivel de difusión y adopción de tecnologías y de cómo productores menos eficientes se movilizan hacia la frontera o potencial máximo de producción”* (IICA, 2016, Capítulo 1, p. 42).

Por otra parte, el cacao se comercializa en cuatro grandes grupos: convencional, convencional certificado, fino y fino exclusivo. De acuerdo a los datos expuestos por los autores, en 2015 se comercializó 0,3 % de cacaos finos exclusivos, 5,7% cacaos finos, 15% convencional certificado y 79% convencional. El 80% del cacao fino proviene de América Latina y el Caribe. Estos datos junto con la producción sostenible que se enuncia anteriormente, suponen una oportunidad para la producción de cacao en América Latina.

La eficiencia técnica en la producción de cacao en la región de sur y centro América ha sido estudiada por algunos autores. (Bucaram-Leverone, Quinde Rosales, Ramos, & Bueno-Quiñonez, 2021) analizaron este tema para los principales cantones de la provincia de Guayas en Ecuador. Los autores adelantaron una encuesta con la que pudieron identificar la producción en la provincia de Guayas y su eficiencia técnica. Según sus datos, las plantaciones tienen edades desde los 2 hasta los 80 años; la mayoría de productores poseen 2 hectáreas o menos, lo que hace que la producción sea de carácter familiar resultando en que la mano de obra es poco significativa en la

producción; la tecnificación presenta valores dispersos en los que los productores de gran escala tienen los valores mayores; las construcciones e instalaciones evidencian la baja inversión que hay en edificaciones para secado y almacenamiento; El uso de insumos también tiene valores dispersos concentrándose en los productores de gran escala; Por último, el riego evidencia que en los últimos años no se ha invertido en este rubro pues los datos registran que los sistemas de riego fueron adquiridos hace más de 10 años. Los autores concluyen que en general, la provincia opera a niveles sub óptimos y atribuyen esto a la falta de inversión y la poca capacidad que tienen los productores de adquirir los insumos necesarios.

En Nicaragua, Merlo (2022) realizó un estudio comprensivo de la eficiencia técnica enfocándose en el ingreso como variable dependiente. Las variables explicativas que se emplearon abarcan factores productivos, sociales y climáticos. Dado que los productores se desempeñan en sistemas policultivo, el área de la unidad se utilizó como variable *proxy* de la eficiencia. El estudio analiza tres modelos diferentes en los que se pretende encontrar la influencia de los datos empleados ya que estos fueron tomados de dos fuentes diferentes. Los resultados arrojaron que el empleo provoca una disminución en el ingreso, lo cual se atribuye a la característica de policultivo de los productores y la manera en que se recopilaban los datos pues estos no discriminan el empleo por tipo de cultivo. La asistencia técnica resultó ser relevante mientras que el crédito no. Las variables de edad y número de personas en el hogar resultaron no tener mayor impacto en el ingreso. Las variables climáticas influyen de manera significativa, ante lo cual este análisis recomienda tener en cuenta los parámetros agroclimáticos óptimos. Los costos de producción mostraron una influencia baja en el aumento de los ingresos, lo cual se atribuye a que los costos promedio por área de producción son bajos. Un factor de gran importancia en esta investigación es que se identificó que la manera en que se recolectaron los datos influyó en los valores de eficiencia técnica arrojados por cada uno de los modelos. Por otra parte, se encontró que los productores de 1 a 4 manzanas tienen valores más altos de eficiencia que los grandes productores. Sin embargo, este resultado contrasta con los ingresos promedio pues los grandes productores perciben un valor mayor.

Como se ha visto en los estudios expuestos la eficiencia técnica en la producción de cacao se ha estudiado de manera amplia en los diferentes países productores. Una vez más, es evidente que la eficiencia técnica resulta ser una medida relativa a las condiciones socio económicas y agro climáticas de los territorios por lo cual es crucial llevar a cabo análisis regionales que tomen en cuenta estas particularidades. Como se vio anteriormente, hay diferentes factores que pueden influir en el nivel de eficiencia técnica que presentan los productores de cacao, los más recurrentes son la disponibilidad de mano de obra, el uso de nitrógeno, la tierra destinada a la producción, la implementación de prácticas amables con el medio ambiente, las características geográficas y ambientales, la disponibilidad de recursos financieros y técnicos, así como el tamaño en el que operan las unidades.

Finalmente, un hallazgo importante para el estudio de la eficiencia técnica es el contraste entre la producción en países como Ghana y Costa de Marfil con la producción de centro y sur américa. Esta comparación permite evidenciar que los productores americanos tienen prácticas que son mucho más amables con el medio ambiente debido a que la producción se caracteriza por involucrar técnicas y procesos autóctonos que están muy alejados de la explotación extensiva de la tierra que se ha presentado en los países africanos. Estos hechos suponen una oportunidad para llevar a cabo una transferencia de la producción en la que el conocimiento y tecnología se enfoque en territorios con una frontera de producción más amplia como es el caso de Colombia, permitiendo oportunidades de abrir el mercado del cacao a nivel internacional en estos países y apuntando a formas de producción orgánicas con una influencia positiva en los ecosistemas que logre mejorar los niveles de ingresos de los pequeños productores.

### **1.3 Eficiencia Técnica en la Producción de Cacao en Colombia**

Como se expuso anteriormente, Silva Mora & Gutierrez Molina (2019), Barajas Rincón & Pabuena Sánchez (2023) y Melo-Becerra & Orozco-Gallo (2015) han abordado el tema de la eficiencia técnica en Colombia; sin embargo, para el caso del cacao, solo ha sido estudiado de manera directa por Clavijo Lemus & Ardila Saavedra (2015) en su análisis sobre la eficiencia económica en Rionegro, Santander. Otros estudios sobre la

productividad del sector cacaoero han abordado el tema entendiendo la eficiencia como un componente de la productividad.

Abbott, y otros (2019) realizaron un análisis de la cadena productiva del cacao, el cual se enfoca en identificar los actores involucrados, así como las características de mercado y producción. Dentro de las características evaluadas por los autores es recurrente y de gran importancia la mejora de la productividad del sector. Según los datos expuestos, la cantidad de cacao producido ha fluctuado durante las últimas décadas. En 1991 la producción de cacao en Colombia fue de 58.141 TM, de ahí en adelante se redujo hasta 36.731 TM en el año 2000 y en 2017 volvió a ser de 60.535 TM. En contraste, desde el 2003 el área cultivada ha crecido de manera constante mientras que el rendimiento ha presentado una tendencia decreciente. Este comportamiento es atribuido a los programas de sustitución de cultivos que han buscado aumentar el área cosechada de cacao y no a un aumento en la productividad, esto ha tenido un efecto en los rendimientos que han disminuido en 24,9% entre el 2000 y 2015 para ubicarse en un valor de 332 kg/ha.

El nivel de productividad en el sector es explicado por los autores desde diferentes perspectivas. Una parte fundamental de esta caracterización es la clasificación de las fincas productoras en cuatro grupos de acuerdo a su nivel de producción y prácticas; estos grupos son: Marginal, tradicional, tecnificada y diversificada. Esta clasificación permitió identificar que la mayor rentabilidad es generada por las fincas tecnificadas ya que estas a diferencia de las tradicionales y diversificadas están enfocadas en la producción comercial de cacao por lo que cuentan con inversión y procesos especializados. Si bien estas fincas son más productivas en términos de rendimientos, en la caracterización realizada por los autores, cabe resaltar que las fincas tradicionales y tecnificadas implementan policultivos que le permiten a los productores generar rentabilidad con otros cultivos e incluso satisfacer la demanda de alimentos de los habitantes de una finca. Con esta clasificación como base los autores plantean que hay un consenso en cuanto a la posibilidad de asegurar la calidad y constancia en el volumen de producción mediante la fermentación y secado en un punto de acoplo centralizado; para esto, los grandes productores tecnificados tienen la intención de comprar el cacao



a productores más pequeños, lo cual permitiría aumentar las economías de escala. Desarrollando en los motivos que hacen de las fincas tecnificadas más productivas, los autores establecen que las buenas prácticas agrícolas como fertilización, podas y control de malezas y enfermedades pueden incrementar la producción. Sin embargo, la adopción de estas prácticas está sujeta a los costos que las mismas implican.

Por otra parte, a partir del estudio de costos realizado, los autores establecen que el mercado de cacao especial puede ser una alternativa que le permita a los productores recibir una mejor remuneración. Sin embargo, con el caso de Cortepaz y Cacao Hunters como base, los autores dan cuenta de que la demanda de cacao especial es baja en el mercado y solo un 8% de la producción estudiada se comercia en estos mercados. Esto se debe a que, en Colombia, a diferencia de los grandes productores como Costa de Marfil o Ghana, la producción de cacao se concentra en satisfacer la demanda interna en su mayoría, más del 80% de la producción es adquirida por dos grandes compañías y la presencia de las multinacionales no es tan significativa. Ante esto, se plantea que se deben implementar programas que permitan mejorar la productividad, reducir los precios en transportes, acceder a financiamiento, obtener asistencia técnica e insumos, entre otros. Así, *“Si Colombia puede conseguir un sector cacaotero competitivo con mayor productividad y organización más sólida, existe potencial para que se den más historias exitosas a lo largo del tiempo, en la medida en que se consolida el mercado especializado.”* (Abbott, y otros, 2019).

En el aspecto de la ayuda internacional a la producción de cacao se pueden encontrar más factores que han influido en la competitividad. Según la información presentada por los autores, el aumento del área sembrada de cacao es producto de dos programas que se implementaron en 2005 y 2006; los cuales tenían como objetivo mejorar las condiciones de los pobladores rurales trabajando en diferentes áreas de las cuales la agricultura era una de ellas. Teniendo en cuenta los datos presentados anteriormente sobre el área sembrada, la producción y los rendimientos, los autores plantean que los problemas de productividad se deben a que el fomento de la siembra de cacao ha estado enfocado en la cantidad de árboles sembrados y no en la implementación de programas de asistencia técnica duraderos, además del intento de

introducir el cacao en lugares que no han tenido una producción tradicional del mismo. Por lo tanto, si bien el área sembrada ha aumentado, se requiere trabajar en la implementación de prácticas que permitan mejorar la productividad teniendo en cuenta las particularidades de los productores.

Por su parte, Williams (2019) llevó a cabo una investigación sobre el uso del cacao como catalizador del desarrollo, específicamente estudió los factores que impulsan la productividad y la adopción de tecnología en los pequeños productores de Montes de María. Este fue un estudio de dos etapas en el que primero se identificaron las tecnologías que están más relacionadas con los rendimientos; en una segunda etapa se evaluaron los factores socio económicos y demográficos que tienen mayor impacto en la adopción de las tecnologías identificadas en la primera etapa. Este estudio tiene un componente diferencial pues en la estimación de los componentes socioeconómicos y demográficos se introdujo la influencia indirecta de ciertos factores (como la pertenencia a una asociación) en las prácticas implementadas por los productores. Otro punto que cabe resaltar sobre la investigación es que se centra en los factores sobre los cuales tiene influencia una organización de desarrollo por lo que la exposición de los resultados se centra en la relación entre el rendimiento y la cadena de abastecimiento, y el rendimiento y las variables de manejo de políticas; estas variables son: pertenencia a una asociación, cantidad de compradores y la recepción de entrenamiento y crédito.

De acuerdo a los resultados de la primera etapa, las prácticas que tienen una influencia significativa en el rendimiento son intensidad de cosecha, uso de fertilizantes y uso de herbicidas. Así, cada mes de cosecha adicional aumenta en un 16% el rendimiento y los productores que utilizan fertilizante tienen un 37% más de rendimiento. Por parte del uso de herbicidas se encontró que el uso de estos implica una disminución del 38% en los rendimientos. Las prácticas que resultaron no ser significativas son uso de pesticidas, poda y uso de injertos.

El modelo de la segunda etapa mostró que es más probable que los productores que pertenecen a una asociación usen pesticidas y realicen poda. También se encontró que hay una correlación entre la intensidad de cosecha y la pertenencia a una asociación. En cuanto a la cantidad de compradores existe una correlación entre una mayor

probabilidad de que un productor realice poda y cada cliente adicional. También se encontró una asociación entre un número mayor de compradores y una cosecha con más intensidad. El acceso a crédito arrojó que quienes lo han obtenido muestran una probabilidad mayor de usar pesticidas. Por otra parte, la intensidad de cosecha se ve impactada negativamente por el acceso a crédito. El entrenamiento mostró un impacto positivo en la adopción de las diferentes prácticas; sin embargo, los autores aclaran ciertos puntos a tener en cuenta: el uso de fertilizante resultó estar relacionado con el entrenamiento informal y no el formal; la manera en que se enseña el uso de herbicidas debe ser re planteada pues el entrenamiento tiene un efecto positivo en el uso de los mismos, pero estos tienen un efecto negativo en el rendimiento. Por último, la intensidad de cosecha mostró una relación con el entrenamiento formal pero una mucho más fuerte con el informal.

Si bien las investigaciones presentadas no abordan el tema de la eficiencia técnica directamente, si lo hacen de manera implícita en sus análisis. Por su parte, el trabajo de Clavijo Lemus & Ardila Saavedra (2015) evalúa la eficiencia técnica, distributiva y económica de Rionegro, Santander. Este estudio empleó una frontera de producción de tipo Cobb-Douglas con las variables independientes de mano de obra familiar, mano de obra contratada y fertilizante usado, y como variable dependiente la producción de cacao; a partir de la cual se estimaron los valores de eficiencia técnica, distributiva y económica.

Los resultados mostraron que las variables del modelo tienen una influencia positiva y significativa en la eficiencia económica, la cual resulto ser baja para los productores de la región estudiada con respecto a los más eficientes de la muestra. Con esto, los autores establecen que los productores tienen en promedio un 57% de capacidad de mejora en la eficiencia económica. Al tratar las fuentes de ineficiencia presentes, los productores pueden pasar de rendimientos del orden de 182 kg/ha-año a 502,4 kg/ha-año. Se encontró también que el tamaño de cultivo, la disponibilidad de mano de obra familiar y contratada y el tamaño del cultivo en clones son los factores con mayor influencia en la variabilidad de la eficiencia económica.

Por otra parte, los autores dan cuenta de la eficiencia económica, técnica y distributiva individual de la mano de obra familiar y contratada haciendo la aclaración de

que los altos valores de eficiencia para estos factores se deben considerar a la luz de la baja productividad del cacao pues la eficiencia técnica y económica muestra que hay un rango amplio de mejora, lo cual se ve reflejado también en el uso de fertilizantes.

Con la información revisada en cuanto a la productividad, rendimiento y eficiencia en la producción de cacao se pueden identificar factores comunes que pueden llegar a influir en la producción, además de las condiciones socioeconómicas y demográficas que han sido objeto de estudio en múltiples análisis sobre la producción agrícola. De acuerdo a esta base empírica se puede plantear que los siguientes factores son fundamentales al momento de evaluar la eficiencia técnica de la producción de cacao:

### **1.3.1 Mercado del cacao**

Las dinámicas del mercado determinan la estructura productiva de un territorio determinado. Como ejemplo, tenemos el contraste entre la producción de países como Costa de Marfil y Ghana, y Colombia. Al estar enfocados en satisfacer la demanda externa desde tiempos coloniales, estos países africanos se han enfocado en incrementar constantemente el volumen de producción, llegando a expandir el área cultivada con repercusiones significativas en el medio ambiente. Por su parte, la producción en Colombia ha respondido más a los movimientos de la demanda interna por que el volumen de producción ha sido volátil. Estos comportamientos de la producción tienen también repercusiones en las vocaciones productivas llevando a que quienes generan más volúmenes y por lo tanto más rentabilidad, busquen especializarse en la producción de cacao; como muestra de ello, están los diferentes estudios sobre la eficiencia técnica en la producción de estos países africanos, en contraposición a la poca literatura que existe sobre el tema en Colombia.

### **1.3.2 Relatividad en el concepto de eficiencia**

Como se vio anteriormente, el concepto de eficiencia tiene interpretaciones que sirven a diferentes propósitos siendo las dos grandes vertientes la búsqueda de maximizar los resultados o minimizar el uso de recursos. Para el caso de la producción agrícola, este es un tema de crucial importancia pues hay dos problemáticas que resultan al buscar mejorar la eficiencia y la productividad. Si se asume el enfoque de maximización (como se ha hecho históricamente) se puede llegar al punto de tener una

sobre producción con los impactos que esto conlleva social y ambientalmente. Si se opta por la minimización en el uso de recursos, se puede incurrir en disminuciones en los rendimientos. Ante esta encrucijada una posible solución es la producción orgánica entendida como la adopción de todo un sistema que permita a los involucrados lograr una producción sostenible de manera social, ambiental y económica. La adopción de un sistema de este tipo está estrechamente relacionada con el estudio de las particularidades de cada territorio.

### **1.3.3 Análisis locales**

El gran consenso en los diferentes trabajos que han revisado la eficiencia técnica de manera agregada es que la única manera de profundizar en los determinantes de la misma es llevando a cabo estudios locales que den cuenta de las prácticas y características sociales y demográficas que presentan alguna influencia. Este punto cobra mucho más sentido al entender la eficiencia de manera relativa en el contexto de la producción sostenible. Como ejemplo de esto podemos ver que en países como Ghana la eficiencia debe abordarse procurando que el área sembrada no se expanda significativamente debido a las consecuencias ambientales, por lo que la eficiencia técnica juega el papel de equilibrar el uso de recursos mientras se mejora la competitividad. En contraste, en Colombia, la expansión del área de producción es promovida como alternativa a los cultivos ilícitos; sin embargo, la misma no ha presentado mejoras significativas en el aprovechamiento de los factores de producción, lo que indica que la eficiencia técnica juega un papel crucial en la mejora de la productividad entendida como la adopción de prácticas benéficas. Más aún, la producción en Colombia enfrenta el reto de generar oportunidades a partir de la producción de cacao bajo la restricción de la demanda interna.

### **1.3.4 Prácticas de producción**

Un factor común en los diferentes estudios con enfoques locales es identificar las prácticas que llevan a cabo los productores en cuanto al manejo de su producción. Las más recurrentes y que han presentado una influencia significativa en la eficiencia técnica son: mano de obra, uso de fertilizantes, cantidad de tierra destinada a la producción, registros de producción, conocimiento, calidad de las semillas, riego, edad de las

plantaciones, uso de herbicidas e intensidad de cosecha. En este punto es pertinente resaltar la importancia de implementar unidades de medida en términos reales como la cantidad de fertilizante o la cantidad de jornales ya que muchos estudios emplean variables de tipo binario en lugar de medidas cuantificables que podrían dar información mucho más valiosa.

### **1.3.5 Condiciones exógenas**

Otra acción recurrente en este tipo de investigaciones es la evaluación de variables exógenas que presentan alguna influencia en la eficiencia técnica. Las que se abordan en los diferentes trabajos revisados incluyen: Estabilidad política, ubicación, acceso a crédito, acceso a mercados, presencia de enfermedades, acceso a tecnologías de extensión, género, recolección de datos, variables climáticas, pertenencia a una asociación. Este tipo de variables resultan pertinentes en análisis agregados pues permiten identificar las políticas a implementar de acuerdo al nivel de influencia de los factores observados.

### **1.3.6 Factores ambientales**

Si bien la gran mayoría de estudios sobre eficiencia se centran en el aumento de la producción, existen a día de hoy una buena cantidad de investigaciones sobre las repercusiones ambientales como producto de la producción agrícola. Bajo este marco, se han llevado a cabo evaluaciones de la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido, el gasto energético, la implementación de prácticas de producción orgánica, así como la eficiencia en el uso de insumos agrícolas. Sin embargo, este es un terreno inexplorado en la producción de cacao en Colombia.

Teniendo en cuenta estos puntos clave, el estudio de caso que se plantea evaluará el uso de insumos agrícolas por parte de un grupo de productores del norte del Huila y el sur del Tolima. Con un enfoque a la minimización del uso de los insumos como un primer paso hacia la consecución de una producción sostenible.

## **1.4 Características de la Producción de Cacao en el Huila**

El departamento del Huila presenta una producción importante de cacao a nivel nacional ocupando el cuarto lugar en producción con alrededor de 8 mil hectáreas sembradas por aproximadamente 2500 familias (Feria Internacional de Café, Cacao y

Agroturismo, 2023). En los últimos años el departamento se ha constituido como un productor importante de cacao con calidad de sabor y aroma fino, esto gracias a la idoneidad climática y de sus suelos. Si bien la producción de cacao en el departamento ha tenido reconocimientos a nivel internacional, la misma presenta problemas de productividad al realizar una comparación con departamentos como Santander (Peraza Peraza, 2022).

La producción de cacao es en su mayoría de carácter familiar por lo que los productores habitan en las unidades y obtienen su sustento principal de las mismas; así mismo, las labores involucradas en la producción (preparación de la tierra, siembra, sostenimiento del cultivo, cosecha y post cosecha) son llevadas a cabo por los integrantes de las familias productoras. De acuerdo a Peraza, las fincas se clasifican en tres categorías: marginal, tradicional y tecnificada. Las fincas marginales tienen déficit hídrico y de nutrientes por lo que presentan rendimientos de menos de 300 kg/ha; las fincas tradicionales tienen déficit de nutrientes con rendimientos entre 300 y 500 kg/ha; y las fincas tecnificadas tienen una productividad significativamente superior alcanzando entre 1200 y 1800 kg/ha.

Los rendimientos en la producción han presentado fluctuaciones importantes que han hecho que la misma no tenga cambios significativos, ha crecido en apenas un 4,98% desde el 2005 con periodos de decrecimiento que se han fundamentado principalmente en la influencia del cambio climático y las sequias que han resultado de este. Los niveles de rendimiento en la producción se deben a diferentes factores entre los cuales resaltan la edad de los cultivos, baja densidad de siembra por hectárea, falta de capacitación, falta de sistemas de riego, el material genético empleado y la falta de acceso al crédito. En cuanto a la cadena de valor del cacao en el departamento, las principales problemáticas se centran en la falta de infraestructura y baja capacidad de transferencia tecnológica.

Los factores expuestos dan cuenta de los problemas que presenta la producción de cacao en términos de su productividad, los insumos empleados están dando rendimientos muy inferiores a los que deberían por lo que es crucial entender el papel que juega la eficiencia técnica. A priori se puede plantear que la eficiencia es baja dado

que las fincas tecnificadas presentan rendimientos mayores y estas representan una minoría en el departamento, lo cual da cuenta de la falta de aplicación de buenas prácticas entre otros factores exógenos como el acceso a crédito e infraestructura. Adicionalmente, el factor ambiental puede llegar a impactar la producción negativamente, por lo que es imperativo la implementación de prácticas amables con el medio ambiente. Por otra parte, la capacidad de asociación se constituye como un elemento a tener en cuenta pues, a través de la misma, se pueden dar dinámicas de transferencia de tecnología.

### **1.5 Características de la Producción de Cacao en el Tolima**

De acuerdo a los datos del DANE, la producción de cacao en el Tolima ha aumentado en un 99,5% entre 2009 y 2018, con un aumento del 75% en el área sembrada, esto hizo que el departamento se ubicara como el quinto productor a nivel nacional con un rendimiento promedio de 330 kg/ha. La mayor parte de la producción se concentra en la zona sur del departamento con un 50% y el manejo del cultivo es mayormente de carácter tradicional, los rendimientos entre los diferentes municipios no presentan diferencias significativas por lo que se puede plantear que las prácticas que se emplean son similares (Chica Lobo, y otros, 2020).

La producción en el departamento es de carácter familiar, las fincas productoras aseguran la seguridad alimentaria, así como materias primas e ingresos de los hogares. Existen dos grupos en cuanto a la caracterización de su producción; el primero es de producción tradicional, en su mayoría con árboles de 30 años o más y con prácticas de cultivo que no presentan fertilización, riego y podas deficientes, así como mal manejo de enfermedades y plagas. El segundo grupo consta de fincas tecnificadas parcialmente que cuentan con prácticas de fertilización, poda y manejo de enfermedades, así como la renovación de los cultivos con variedades híbridas; estas fincas pueden llegar a tener rendimientos entre 500 y 800 kg.

Los rendimientos en las fincas cacaoteras se clasifican en tres grupos. El primero, con rendimientos entre 250 y 400 kg/ha para las fincas que no fertilizan y tienen arboles de más de 20 años y con densidades de plantación entre 400 y 700 árboles por hectárea. El segundo grupo presenta rendimientos entre 500 y 650 kg/ha, con densidades de 700



a 900 árboles por ha, fertilizados y con prácticas adecuadas de poda. Por último, el tercer grupo presenta rendimientos de 900 a 1000 kg/ha debido al uso de clones fertilizados con prácticas correctas de poda. Diferentes programas implementados en la región han buscado dotar a los productores con material vegetal más productivo; sin embargo, los rendimientos no han tenido los resultados esperados debido a que los productores conservan las mismas prácticas que empleaban para las variedades que se manejaban de manera tradicional.

En cuanto a las prácticas de producción las principales áreas de mejora tienen que ver con la heterogeneidad del material vegetal empleado, la utilización adecuada de semillas, plántulas e injertos, la densidad de plantación, la falta de fertilización, el poco manejo fitosanitario, una realización de poda deficiente, la falta de sistemas de riego, malas prácticas en el momento de la cosecha, difícil acceso a infraestructura para procesos de post cosecha y pocos incentivos para la producción de calidad. Por otra parte, la mano de obra tiene retos importantes ante el hecho de que los jóvenes prefieren dedicarse a otras labores más rentables, progresivamente la mano de obra disponible ha ido disminuyendo. Por último, no se llevan a cabo labores administrativas en las fincas que permitan llevar registro de las actividades de manejo de cultivo. Al igual que en el departamento del Huila, los factores revisados dan cuenta del espacio de mejora que hay en términos de la eficiencia técnica en la producción.

## **2. CASO DE ESTUDIO: EFICIENCIA TÉCNICA DEL USO DE INSUMOS EN EL NORTE DEL HUILA Y EL SUR DEL TOLIMA**

A partir del análisis del capítulo 1, se han establecido los diferentes determinantes en los niveles de eficiencia técnica para la producción de cacao y en la agricultura en general. Los resultados muestran que los factores ambientales, exógenos, de mercado y el manejo en cuanto a prácticas de producción resultan ser relevantes al llevar a cabo evaluaciones como la que es objeto de estudio en esta investigación. Por otra parte, la elaboración de evaluaciones locales permite profundizar en los factores que presentan alguna influencia, así como delimitar los términos relativos en los que se puede evaluar la eficiencia, es por eso que se ha escogido el territorio de estudio, así como las variables empleadas.

El territorio a evaluar comparte características agroclimáticas en cuanto a la influencia de las precipitaciones y el cambio climático, también tienen similitudes socio culturales que se han visto influenciadas por la presencia del conflicto armado. Según lo visto anteriormente, al ser el cacao una opción de sustitución de cultivos ilícitos, es sumamente pertinente evaluar la influencia del mismo en la productividad, la evaluación de estos factores se llevará a cabo en el capítulo 3. En línea con los planteamientos de Chayánov (1974) se ha escogido evaluar el uso de insumos al ser este un factor que depende principalmente de las decisiones de la unidad productiva la cual suele comportarse de maneras que la economía clásica podría denominar como irracionales.

Entendiendo la eficiencia técnica como una medida relativa del manejo de una unidad productora frente a un grupo de productores, el caso de estudio se centra en evaluar las prácticas involucradas en el uso de insumos para un grupo de 43 productores de los municipios de Rivera, Tello y Neiva al norte del Tolima; y Ataco, Rovira y Chaparral al sur del Tolima. La selección del territorio ha obedecido a la homogeneidad que presentan los productores en términos ambientales y climáticos, así como en prácticas, tipos de fincas y rendimientos. Adicionalmente, la producción de cacao en los departamentos que son objeto de evaluación presenta un amplio espacio de mejora en términos de aumento de la productividad, pero más aún en la posible producción de cacao de calidad que pueda llegar a ser reconocido en el ámbito internacional. Así,

identificar las buenas prácticas de los productores en la región es una oportunidad a nivel intermunicipal de extender el conocimiento y sentar las bases para una producción enfocada en la disminución del impacto en el medio ambiente.

Los insumos agrícolas representan un alto porcentaje de los costos para los productores y al tratarse de productos que se importan, las fluctuaciones de los mercados internacionales pueden llegar a tener impactos significativos en la estructura de costos con repercusiones que incluso pueden llegar a afectar la seguridad alimentaria de los campesinos, así como sus niveles de ingresos. Por otra parte, el uso de los insumos agrícolas puede tener efectos nocivos en el medio ambiente, y el mal uso en los niveles de eficiencia, lo que puede convertirse en un círculo vicioso que perjudica a las familias y al entorno en el que habitan.

Ante esta problemática, la producción orgánica se ha planteado de manera reiterativa como una alternativa de producción que puede mejorar los mecanismos de producción de los campesinos en diferentes etapas de la cadena productiva, permitiendo desde la implementación de buenas prácticas hasta el aumento de los ingresos de los productores, lo cual genera oportunidades de crecimiento sostenible con impactos positivos en las comunidades. Para conseguir este objetivo es necesario identificar las prácticas que permiten a los productores eficiente minimizar el uso de sus insumos.

Entender la manera en que los productores hacen uso de sus insumos es una etapa fundamental en la consecución de una producción orgánica ya que las certificaciones en este ámbito requieren que se disminuya progresivamente el uso de insumos nocivos, por lo que el enfoque de este estudio se centra en identificar los productores que utilizan la menor cantidad de los mismos. Los datos derivados de este análisis pueden permitir la creación de políticas de transferencia de tecnología y entregar datos puntuales a los productores que les permitan disminuir sus costos de producción e implementar prácticas que les permitan acercarse a una producción más eficiente, orgánica y, por lo tanto, más amable con su entorno.

Para el estudio se emplearon datos tomados de la base de costos permanentes del 2018 del ministerio de agricultura y desarrollo rural (MADR). Esta base cuenta con información de los insumos empleados en la producción agrícola incluyendo la

implementación de prácticas en la preparación del terreno, siembra, labores culturales, cosecha y administración. En esta primera etapa se evalúa el uso de fertilizantes, fungicidas, herbicidas, insecticidas y mano de obra en contraste con la cantidad producida en toneladas para calcular el nivel de eficiencia en el uso de estos insumos e identificar las unidades más eficientes. Este estudio permite establecer las unidades de referencia, los niveles óptimos en los que se deberían emplear los insumos y la eficiencia técnica pura y de escala para cada unidad productiva.

Las variables a observar resultan pertinentes al tratarse de labores que requieren un alto nivel de mano de obra, así como costos de producción significativos. Como es sabido, la mayoría de productores tienen sistemas de tipo familiar en los que los integrantes de la vivienda son quienes aportan su mano de obra y capital propios para llevar a cabo dichas labores y para la consecución de estos insumos. Al identificar las prácticas que conducen a la eficiencia se pueden plantear maneras de reducir el gasto en estos factores fundamentales para la producción.

La tabla 1 presenta la descripción de los datos empleados en el análisis. La variable *labor* representa los jornales requeridos en cada etapa de producción: preparación del terreno, siembra, labores culturales y cosecha. Las variables *fertilizantes*, *fungicidas*, *herbicidas* e *insecticidas* están expresadas en kilogramos. La variable *semillas* se contabilizó como unidades e incluye plántulas e injertos. La variable *producción* corresponde a la producción total expresada en toneladas.

**Tabla 1***Variables Para el Análisis del Uso de Insumos*

Nombre	Min	1er Q	Mediana	Media	3er Q	Max
Labor	48,00	69,00	135,00	159,10	218,00	390,00
Fertilizantes	6,00	52,00	135,00	199,40	325,00	700,00
Fungicidas	2,00	6,00	15,00	21,23	24,50	90,00
Herbicidas	2,00	6,00	9,00	15,93	19,00	80,00
Insecticidas	2,00	7,00	12,00	15,19	16,50	80,00
Semillas	800,00	1100,00	2200,00	3728,00	8000,00	11000,00
Producción <sup>a</sup>	0,70	1,20	5,50	6,01	10,00	18,00

**Nota.** La tabla presenta datos con información al 22 de noviembre de 2023. Tomada de: "base de costos permanentes", por Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR, 2018 (<https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=87>).

<sup>a</sup> El valor de la producción fue calculado tomando como referencia los datos del DANE para los tamaños de pequeños, medianos y grandes productores.

Al observar los valores máximos y mínimos se puede inferir que los grandes productores requieren un uso de insumos mucho mayor al de los pequeños y medianos, pero así mismo, su producción es significativamente mayor. Los valores de los productores medianos para las variables de Fungicidas, Herbicidas, Insecticidas y Semillas, son una cuarta parte, o menos, de los valores para los grandes productores con una producción de una tercera parte, esto podría implicar que los productores medianos hacen un uso más eficiente de los insumos. Tal afirmación se puede corroborar al evaluar la eficiencia bajo retornos constantes a escala y determinar si existen productores que estén operando por encima de la escala óptima. Por otra parte, se puede ver que la variable labor y fertilizantes presentan valores más elevados que las demás variables para los productores medianos, esto parece estar en concordancia con el análisis expuesto en el capítulo anterior donde se plantea que la mano de obra es

requerida de manera significativa para llevar a cabo prácticas como la fertilización, las cuales tienen una repercusión positiva en la productividad.

## **2.1 Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Constantes y Variables a Escala**

El análisis de la eficiencia técnica bajo rendimientos constantes a escala permite identificar las unidades de producción que hacen uso eficiente de los insumos operando a una escala óptima, por lo que se asume que un cambio en los insumos tiene un efecto proporcional en las salidas. Si bien este supuesto difícilmente se presenta en la realidad, es útil para establecer si las unidades de producción evaluadas operan con rendimientos crecientes, decrecientes o constantes, lo cual permite identificar si una unidad de producción tiene una escala óptima. Por otra parte, bajo rendimientos variables a escala se asume que los productores operan a escalas que no son óptimas por lo que un cambio en los insumos no representa un cambio proporcional en las salidas. Con esto, se pueden encontrar las fuentes de ineficiencia para las unidades evaluadas en términos del manejo que hacen de sus recursos.

Para el caso de los productores de cacao en el territorio de estudio, se ha identificado que la gran mayoría son pequeños o medianos y que hacen uso de poca o ninguna tecnología, por lo que es posible asumir que difícilmente operan en un entorno de competencia perfecta, lo cual, es un requisito para que tengan una escala de operación óptima. Sin embargo, independientemente del tipo de retornos que presenten los productores, la comparación entre los modelos de retornos constantes y variables a escala permite encontrar si las fuentes de ineficiencia se encuentran en la escala de producción, en las prácticas de manejo de los insumos o en una combinación de ambas.

La figura 1 es una representación de las unidades de producción con respecto a las dos fronteras, la cual nos permite observar cuales son las unidades que presentan rendimientos decrecientes, constantes y crecientes a escala, así como la cercanía de cada unidad de producción a las fronteras de rendimientos variables y constantes a escala. Al tratarse de un modelo multidimensional, para lograr esta ilustración, se toma la suma ponderada de los insumos.



Al contrastar las fronteras bajo rendimientos constantes y variables se puede ver que algunas unidades de producción son eficientes bajo rendimientos variables más no bajo rendimientos constantes. Esta diferencia se debe a la escala de operación de las unidades de producción. Al observar las unidades de menor tamaño que se ubican en la frontera de rendimientos variables se puede ver que estas no han alcanzado la eficiencia bajo rendimientos constantes.

Ante esta situación las unidades de producción tienen dos caminos para acercarse a la frontera de rendimientos constantes. La primera opción es disminuir la cantidad de insumos que usan manteniendo el mismo nivel de producción, la segunda es aumentar el tamaño en el que operan, es decir, aumentar el área de producción y los insumos empleados para lograr un aumento en una proporción mayor de la producción.

Para entender más en detalle la eficiencia que presentan las unidades observadas en términos de su escala de producción es pertinente analizar la información expuesta en la tabla 2, muestra el tipo de retornos a escala de las unidades observadas.

**Tabla 2**

*Retornos a Escala de Las Unidades de Producción*

Retornos a Escala	Cantidad de Unidades	Porcentaje
Decrecientes	6	13,95%
Constantes	9	20,93%
Crecientes	28	65,12%

**Nota.** La tabla presenta los datos del tipo de retornos a escala bajo la evaluación de análisis envolvente de datos para la eficiencia técnica.

El 65,12% de las unidades evaluadas presenta rendimientos crecientes a escala mientras que el 13,95% tiene rendimientos decrecientes. Como se vio anteriormente, las unidades de producción con rendimientos crecientes tienen dos opciones para mejorar su eficiencia, ya sea disminuir los insumos que usan o aumentar su nivel de producción. Por otra parte, las unidades que presentan rendimientos decrecientes deben reducir su



escala de operación pues se encuentran en una posición en la que están haciendo uso de insumos en exceso, el aumento en el uso de los insumos está provocando un aumento en una proporción menor en la producción.

Algunas de las unidades con rendimientos decrecientes se presentan como eficientes bajo rendimientos variables a escala, pero desde una perspectiva de minimización del uso de insumos estas unidades deberían modificar su nivel de operación para ubicarse también en la frontera de eficiencia con rendimientos constantes a escala.

La comparación de los resultados bajo ambos supuestos muestra que los pequeños y medianos productores están realizando un uso mucho más adecuado de sus insumos que el de los grandes productores, esto se encuentra en concordancia con observaciones hechas anteriormente en Nicaragua por Merlo (2022). Más adelante se evaluarán las prácticas que tienen una influencia significativa en los niveles de eficiencia, lo cual permitiría entender más en detalle los motivos por los que los productores de gran escala tienen niveles de eficiencia menor.

En este punto es importante recordar que el enfoque en este estudio es hacia la minimización del uso de los insumos. El hecho de que los grandes productores operen con rendimientos decrecientes a escala implica que si bien están obteniendo niveles elevados de producción, esto se debe a un uso proporcionalmente mayor de insumos. Ante esto, sería importante revisar y plantear estrategias de asociatividad que permitan distribuir los insumos y la producción de manera que la escala de operación de cada productor se acerque más a la frontera de eficiencia.

## **2.2 Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Variables a Escala**

La comparación de los modelos de rendimientos constantes y variables a escala ha permitido encontrar el tipo de rendimientos en los que operan las unidades, según lo expuesto, la gran mayoría tienen la oportunidad de aumentar su escala de producción para aumentar sus rendimientos. Sin embargo, dado que el enfoque de esta investigación es disminuir el uso de insumos, el modelo bajo rendimientos variables permite identificar las unidades de producción que tienen prácticas de manejo de sus insumos que dan como resultado una combinación óptima de los mismos, manteniendo

sus escalas actuales y procurando la minimización del uso de estos. En la tabla 3 se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

**Tabla 3**

*Resumen de la Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Variables a Escala*

Rango de eficiencia	Cantidad de Unidades	Porcentaje
0,5 <= e < 0,6	1	2,3
0,6 <= e < 0,7	1	2,3
0,7 <= e < 0,8	8	18,6
0,8 <= e < 0,9	3	7,0
0,9 <= e < 1	8	18,6
e = 1	22	51,2

**Nota.** Se presentan los resultados de la eficiencia técnica bajo rendimientos variables a escala, agrupados de acuerdo al nivel presentado por los productores observados.

Los resultados muestran que una unidad productora puede disminuir en un 8%, en promedio, el uso de insumos consiguiendo el mismo nivel de producción. Los valores de eficiencia estimados por DEA muestran que bajo rendimientos variables a escala el rango va desde 0,57 a 1. Esto implica que las unidades más ineficientes tienen la posibilidad de reducir hasta en un 42,85% el uso de insumos. La eficiencia media para este grupo de productores es de 0,92 lo cual se explica por la presencia del 69,8% de los productores en el rango de eficiencia entre 0,9 y 1. Si bien la eficiencia media presenta un valor alto, el 48,8% de los productores tienen oportunidades de mejorar el manejo que dan al uso de insumos. El 18,6% de los productores tiene una oportunidad de disminuir el uso de insumos hasta en un 10%, el 18,6% tiene un rango de 30 a 1%, el 7% un rango de 20% a 1%, el 2,3% hasta 40% y el 2,3% restante hasta 50%.

De las 22 unidades con valor de eficiencia técnica igual a 1, 11 son pequeños productores, 6 medianos y 5 grandes. Adicionalmente, 15 de las unidades eficientes pertenecen al departamento del Huila y 7 al Tolima. Las unidades más alejadas de la

frontera son las que utilizan una cantidad mayor de insumos mientras que las de escala pequeña y media están mucho más cerca de conseguir ubicarse en la frontera. Este comportamiento parece indicar que algunas unidades operan a una escala mayor a la que deberían, esto se puede corroborar al revisar en detalle los resultados bajo rendimientos constantes a escala.

De acuerdo a lo que se vio en el capítulo anterior, hay diferentes factores que influyen en el uso que hacen los productores de los recursos con los que cuentan; Según la evaluación que se hizo de la producción de cacao en Colombia, se puede plantear que la eficiencia de los pequeños y medianos productores se debe a la idoneidad de los territorios en los que cultivan y al conocimiento empírico que tienen para el manejo de sus cultivos. Las practicas existentes que han permitido que los productores minimicen el uso de insumos pueden verse potenciadas con la inclusión de insumos que mejoren la productividad, el uso de fertilizantes agrícolas, la aplicación de sistemas de riego, la correcta preparación del terreno y labores culturales como la poda pueden permitir que la producción aumente mientras el uso de insumos se mantiene al mínimo. En el contexto del mercado de cacao colombiano, donde la demanda es limitada, lograr que el tipo de producción cambie a una más orgánica supone una gran opción para que los productores mejoren sus ingresos por lo que la asociatividad es crucial para conseguir la transferencia del conocimiento con el que cuentan los productores más eficientes.

### **2.3 Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Constantes a Escala**

Bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala se puede evaluar la eficiencia de las unidades en términos de su escala de producción, es decir su tamaño de operación. La ineficiencia bajo este supuesto implica que una unidad de producción está operando a un nivel menor o mayor del que debería lo que provoca que dicha unidad haga un uso inadecuado de sus insumos. Al evaluar la eficiencia bajo rendimientos variables se encontró que un porcentaje significativo de productores realiza un uso eficiente de sus insumos. Sin embargo, la evaluación del tipo de rendimientos que tienen los productores arrojó que existe la posibilidad de aumentar la producción actual al aumentar la escala de operación de la gran mayoría de los productores. La tabla 4 presenta el resumen de los resultados bajo rendimientos constantes a escala.

**Tabla 4***Resumen de la Eficiencia Técnica Bajo Rendimientos Constantes a Escala*

Rango de eficiencia	Cantidad de Unidades	Porcentaje
$0,2 \leq e < 0,3$	1	2,3
$0,3 \leq e < 0,4$	4	9,3
$0,4 \leq e < 0,5$	4	9,3
$0,5 \leq e < 0,6$	3	7,0
$0,6 \leq e < 0,7$	9	20,9
$0,7 \leq e < 0,8$	4	9,3
$0,8 \leq e < 0,9$	3	7,0
$0,9 \leq e < 1$	5	11,63
$e = 1$	10	23,3

**Nota.** Se presentan los resultados de la eficiencia técnica bajo rendimientos constantes a escala, agrupados de acuerdo al nivel presentado por los productores observados.

Con los resultados bajo rendimientos constantes a escala se obtuvo que 10 de las 43 unidades operan a una escala óptima en cuanto al uso de insumos. La eficiencia media fue de 0,64 con lo cual los productores tienen la opción de disminuir su uso de insumos al modificar su escala de producción en un 36% en promedio. El rango de eficiencia se ubicó entre 0,27 y 1 con lo que las unidades menos eficientes tienen la opción de modificar su escala de producción para reducir el uso de insumos hasta en un 73% manteniendo el mismo nivel de producción. El 50,83% de las unidades tiene un rango de mejora entre 40 y 11%, el 20,9% puede reducir su uso de insumos al modificar su escala de operación hasta en un 50%. El 27,9% tiene un rango de mejora entre 50 y 30%, el 16,3% entre 70 y 10%, 11,6% entre 60 y 80% y el 11,63% puede optimizar su uso de insumos entre 10 y 1%.

De acuerdo a estos resultados, el 76,7% de las unidades observadas pueden mejorar la eficiencia en su uso de insumos al reducir su escala de operación. De las

unidades eficientes, 3 son grandes productores, 5 medianos y 2 pequeños; 7 de las unidades pertenecen al departamento del Huila y 3 al Tolima. En el caso de rendimientos constantes a escala, las unidades grandes han obtenido un mejor resultado que las pequeñas, esto corrobora los hallazgos sobre las unidades que presentan rendimientos crecientes a escala, donde se encontró que 65,12% de los productores pueden obtener un mejor rendimiento al incrementar su escala de operación. Si bien 3 de los grandes productores operan en una escala óptima, aún hay 8 restantes que podrían disminuir su escala y mantener el mismo nivel de producción.

Nuevamente, en términos de la escala de operación de las unidades resulta pertinente contemplar la asociatividad como mecanismo de transferencia de conocimiento pues la mayoría de los productores podrían verse beneficiados al compartir sus técnicas, así como estudiar maneras de distribuir el uso de los insumos y la producción de manera más óptima. Si bien el enfoque de esta evaluación es a la disminución del uso de insumos, se ha encontrado que varias de las unidades de producción podrían beneficiarse al aumentar su escala de producción, por lo que es posible estudiar la posibilidad de implementar insumos orgánicos como reemplazo a los que se usan actualmente.

Tras revisar los modelos bajo rendimientos constantes y variables a escala se ha encontrado que hay 10 unidades que resultan eficientes bajo retornos variables a escala más no bajo rendimientos constantes. La tabla 9 en el Anexo 1 muestra cuales son las unidades que resultaron ser eficientes bajo ambos modelos, así como algunas de las prácticas que llevan a cabo en su proceso de producción. Se incluyen labores de preparación del terreno y culturales, así como asistencia técnica. La importancia de revisar estas prácticas radica en que las mismas pueden influir en la cantidad de insumos que se requieren en el proceso de producción. Según lo visto anteriormente, prácticas como la poda, fertilización y el uso de híbridos y plántulas pueden tener impactos positivos en la productividad.

Al observar los datos se puede plantear a priori que prácticas como la enmienda, abonado, ahoyado, plateo y poda tienen algún tipo de influencia en los niveles de eficiencia, y en menor medida el arado, rastrillado y aporcado. La asistencia técnica

también parece tener una influencia significativa, sin embargo, dos de las unidades eficientes no han contado con esta. Estas observaciones parecen indicar que algunas de las practicas no resultan significativas en los niveles de eficiencia o que, por otra parte, no se llevan a cabo correctamente. Al contrastar esta información con lo expuesto previamente sobre las practicas presentes en los departamentos del Huila y el Tolima, es de resaltar que una observación común para los productores de la región es que sus prácticas se basan en el conocimiento general producto de la experiencia más no en la aplicación de buenas prácticas. En general se encontró que muchos de los productores reconocen la importancia de prácticas como la poda, pero las llevan a cabo de forma errónea.

Otros factores como las características exógenas de los productores (edad, genero, experiencia, acceso a crédito) y las características ambientales pueden tener incidencia en la eficiencia que presentan los productores. La edad, como se vio en el caso del Tolima, puede tener repercusiones en la disponibilidad de mano de obra y en la disposición de esta mano de obra de implementar prácticas nuevas. La experiencia también puede jugar en contra de la adquisición de buenas prácticas, como fue observado también para el departamento del Tolima, los productores con experiencia tienden a mantener sus propias prácticas sin tomar en cuenta las recomendaciones técnicas que les puedan ser entregadas.

Por otra parte, el acceso al crédito está estrechamente relacionado con la capacidad de tecnificación de los productores, por lo que la falta de acceso al mismo se traduce en conservar prácticas de producción menos eficientes. En este punto, cabe resaltar que, en el marco de la producción orgánica, la inyección de recursos debe apuntar a la implementación de insumos orgánicos más que en una tecnificación que implique una explotación intensiva de los factores de producción. Finalmente, para esta evaluación inicial es importante resaltar que ninguno de los productores que resultaron ser eficientes presentan uso de insumos orgánicos, lo cual da cuenta de la importancia de empezar a fomentar este tipo de producción partiendo de la disminución del uso de insumos nocivos.

### **3. EVALUACIÓN DE LOS DETERMINANTES EN LA EFICIENCIA TÉCNICA DEL USO DE INSUMOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL NORTE DEL HUILA Y EL SUR DEL TOLIMA**

Después de estudiar los determinantes de la eficiencia técnica en la producción agrícola y de cacao se identificaron los factores principales que influyen en la misma. Ahora, tras encontrar el valor de eficiencia técnica que presentan los productores en el área de estudio, para el uso de insumos agrícolas, es pertinente evaluar algunas variables que pueden presentar algún tipo de influencia.

La base de costos permanentes del ministerio de agricultura para el 2018 cuenta con información en cuanto a algunas de las prácticas que llevan a cabo las unidades de producción de cacao; estas prácticas son: enmienda, arado, rastrillado, surcado, ahoyado, aporcado, poda, el porcentaje de nitrógeno utilizado en los fertilizantes y la presencia de asistencia técnica. En adición a estas prácticas, se han incluido las variables de vulnerabilidad económica, tomada de la fundación paz y reconciliación (2017) y el volumen de precipitaciones tomado de Peraza Peraza (2022) para el Huila y Chica Lobo, y otros (2020) para el Tolima.

De acuerdo al análisis llevado a cabo en los capítulos anteriores, las prácticas como el surcado, enmienda, poda y la asistencia técnica tienen una influencia significativa en el nivel de eficiencia. El surcado permite controlar la densidad de plantación que se utiliza en un cultivo, de acuerdo a lo visto anteriormente, las unidades de producción con una mayor densidad de siembra por hectarea presentan también un mayor rendimiento y por lo tanto son más eficientes.

Por su parte, la enmienda sirve para preparar el terreno y solventar posibles déficits o excesos de nutrientes por lo que está directamente relacionada con la cantidad de nitrógeno que se usa como fertilizante. La poda mostró ser significativa para aumentar el rendimiento dado que esta disminuye la presencia de enfermedades y permite que los árboles de cacao tengan un mayor volumen. La presencia de asistencia técnica es quizás uno de los determinantes más importantes pues en todos los estudios evaluados se ha visto que esta repercute de manera significativa en la eficiencia de las unidades

agricolas; la asistencia técnica influye tanto en los rendimientos como en el uso adecuado de los insumos empleados.

En cuanto a las prácticas restantes, si bien no se tiene mucha información sobre el arado, rastrillado, ahoyado y aporcado, es pertinente evaluar su nivel de influencia en la eficiencia técnica de los cultivos de cacao pues se encuentra relacionadas con otros factores como la fertilidad del suelo y la densidad de siembra. Además, la cantidad de jornales que se emplean en estas tareas es importante por lo que al determinar su influencia en el nivel de eficiencia se puede encontrar información importante para hacer un uso más eficiente de la cantidad de trabajo que se requiere para el cultivo de cacao en el area de estudio.

La influencia del volumen de precipitaciones ha resultado significativa en diferentes estudios revisados. En el caso del Huila y el Tolima, las recomendaciones en este aspecto giran en torno a la implementación de sistemas de riego por lo que la influencia de esta variable puede revelar información importante para establecer la necesidad de estos sistemas en el area de estudio. La variable restante es la vulnerabilidad económica producto del conflicto armado; para el caso del cacao es fundamental estudiar el impacto del conflicto en los territorios en los que se cultiva.

El cacao se ha constituido como una opción para reemplazar los cultivos ilícitos en zonas afectadas, como se vio en la evaluación de la cadena productiva del cacao en Colombia, los territorios afectados han mostrado un incremento significativo en sus rendimientos como producto de la inversión que se ha hecho en la expansión de las plantaciones así como el apoyo técnico que se ha dado a los productores. Con esto en mente, es de esperarse que esta variable tenga algún tipo de influencia en el nivel de eficiencia.

La tabla 5 muestra un resumen de las variables empleadas para el modelo que explica el nivel de eficiencia de acuerdo a las variables expuestas. El valor de eficiencia que se empleo fue el resultante de un proceso de Bootstrapping con base en los valores de la eficiencia técnica bajo rendimientos variables a escala. El motivo para escoger este tipo de rendimientos es la evidencia de que los productores en el area de estudio operan



en un entorno imperfecto por lo que su escala de producción y rendimientos son variables.

**Tabla 5**

*Variables con Influencia en el Nivel de Eficiencia Técnica*

Variable	Min	1er Q	Mediana	Media	3er Q	Max
Enmienda	0	1	1	0,86	1	1
Arado	0	0	0	0,35	1	1
Rastrillado	0	0	0	0,33	1	1
Surcado	0	1	1	0,79	1	1
Ahoyado	0	1	1	0,86	1	1
Aporcado	0	0	0	0,30	1	1
Poda	0	1	1	0,93	1	1
Fertilizantes	0,1	0,15	0,25	0,22	0,25	0,44
Asistencia técnica	0	0	1	0,65	1	1
Vulnerabilidad	0	0	0,25	0,28	0,5	0,74
Precipitaciones	1250	1250	1250	1620	2300	2300
Eficiencia	0,57	0,84	1	0,92	1	1

**Nota.** La tabla presenta información tomada de "Base de costos permanentes", por Ministerio de Desarrollo y Agricultura MADR, 2018 (<https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=87>). Los datos de vulnerabilidad fueron tomados de "Mapa 4. Porcentaje de vulnerabilidad económica en municipios vulnerables a la violencia en el posconflicto", por Fundación Paz y Reconciliación 2017 (<http://empresasypaz.pares.com.co/03-09-04-indice-vulnerabilidad-economica.html>). Los datos de nivel de precipitaciones fueron tomados de "El sistema productivo del cultivo de cacao en el sur del Tolima" por Chica Lobo y otros, 2020 (<https://repository.ut.edu.co/entities/publication/feeead63-445e-4ba4-b1b9-56bf5db9dc31>) y "La producción de cacao en el departamento del Huila: estrategias para promover su competitividad" por Peraza, Peraza 2020 (<https://hdl.handle.net/20.500.11839/9014>). Las variables de enmienda, arado, rastrillado, surcado, ahoyado, aporcado, poda y asistencia técnica toman valores de 1 si está presente y 0 en el caso contrario.

Al revisar la media de las variables dicotómicas se puede ver que la mayoría de productores implementan prácticas como la enmienda, el surcado, ahoyado y poda. Así mismo, la mayoría de productores ha recibido algún tipo de asistencia técnica. El uso de nitrógeno en los fertilizantes se encuentra cerca del valor máximo, se usa 22% de nitrógeno en promedio. La vulnerabilidad económica es relativamente baja; en promedio

hay un 28% de vulnerabilidad, sin embargo, está presente y resulta pertinente evaluar este factor. El nivel de precipitaciones se encuentra entre 1250 y 2300 mm (milímetros de lluvia) con 1620 mm en promedio, lo cual da cuenta de la idoneidad que presenta el territorio para el cultivo de cacao pues el nivel de precipitaciones debe ser de 1500 a 2000 mm (Bunn & Castro-Llanos, 2021).

### 3.1 Resultados del Modelo de Mínimos Cuadrados para la evaluación de los Determinantes en la Eficiencia Técnica del Norte Del Huila y el Sur del Tolima

El modelo empleado para evaluar los determinantes en la eficiencia técnica se expone a continuación:

$$\begin{aligned} \text{eficiencia}_i = & \beta_{1i} + \beta_2 \text{enmienda}_i + \beta_3 \text{arado}_i + \beta_4 \text{rastrillado}_i + \beta_5 \text{surcado}_i \\ & + \beta_6 \text{ahoyado}_i + \beta_7 \text{aporcado}_i + \beta_8 \text{poda}_i + \beta_9 \text{fertilizantes}_i \\ & + \beta_{11} \text{asistencia}_i + \beta_{12} \text{vulnerabilidad}_i + \beta_{13} \text{precipitación}_i + \mu_i \end{aligned}$$

A partir de la información recopilada en los diferentes estudios de la eficiencia técnica en la producción de cacao se puede esperar un nivel de significancia importante para variables como la poda, la enmienda, el uso de nitrógeno en los fertilizantes, la asistencia técnica, la vulnerabilidad económica como producto del conflicto armado y el nivel de precipitaciones. La tabla 6 muestra un resumen de los resultados obtenidos.

**Tabla 6**

*Resultados del Modelo de Mínimos Cuadrados para Estimar la Influencia de los Determinantes en la Eficiencia Técnica en el Norte del Huila y el Sur del Tolima*

Variable	Coeficiente	Error estándar	Valor T	Valor p
<i>Intercepto</i>	0,9478	0,4029	2,352	0,0252 *
<i>enmienda</i>	0,1353	0,1451	0,933	0,3528
<i>arado</i>	-0,0638	0,2178	-0,293	0,7715
<i>rastrillado</i>	0,1962	0,2506	0,783	0,4396
<i>surcado</i>	0,0645	0,0659	0,979	0,3353
<i>ahoyado</i>	0,0027	0,1060	0,025	0,9801
<i>aporcado</i>	0,1065	0,0939	1,134	0,2656

<i>poda</i>	-0,0169	0,2475	-0,068	0,9460	
<i>fertilizantes</i>	0,0764	0,7281	0,105	0,9170	
<i>asistencia</i>	-0,1291	0,0491	-2,628	0,0132	*
<i>vulnerabilidad</i>	0,2142	0,0892	2,400	0,0226	*
<i>precipitación</i>	-0,0001	0,0001	-1,232	0,2271	

**Nota.** Se presentan los estadísticos descriptivos de las variables que fueron objeto de estudio bajo el modelo de mínimos cuadrados ordinarios para los determinantes de la eficiencia técnica.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las variables con un mayor impacto en el nivel de eficiencia de las unidades de producción agrícola observadas son el índice de vulnerabilidad económica, rastrillado, enmienda, y el aporcado. Manteniendo todo lo demás constante cada una de estas variables producen un aumento de 0.21, 0.19, 0.13 y 0.11, respectivamente, en el valor de eficiencia por un aumento unitario en cada una de estas variables. Por su parte, la asistencia técnica presenta una disminución de 0.13 en el valor de eficiencia cuando esta aumenta en una unidad.

Las siguientes variables en nivel de impacto son la cantidad de nitrógeno en los fertilizantes empleados que representa un aumento de 0.07 en el nivel de eficiencia y la práctica de surcado con un impacto positivo de 0.06. La última práctica por su nivel de importancia es la poda con un impacto negativo de 0.02. Las variables restantes presentan niveles muy bajos de influencia en los valores de eficiencia obtenidos.

Las prácticas de rastrillado, enmienda y aporcado están relacionadas con la preparación de la tierra. En conjunto implican la generación de condiciones idóneas que mejoran la fertilidad y el crecimiento de los árboles de cacao. El hecho de que las tres se encuentren entre los factores con mayor influencia da cuenta de la importancia de la preparación y preservación del terreno como motor del uso eficiente de los insumos. En conjunto con el resultado de la cantidad de nitrógeno usado como fertilizante, los resultados dan cuenta de la importancia de regular el uso del mismo pues un mayor uso de nitrógeno representa un aumento en una magnitud inferior del nivel de eficiencia.

Otro hallazgo importante es la influencia del surcado en el nivel de eficiencia. Hay que tener en cuenta que el enfoque en esta investigación es la disminución en el uso de

insumos. Al tratarse de una práctica que permite aumentar el volumen de los árboles, en busca de aumentar su productividad, la implementación de esta práctica muestra una influencia positiva, aunque no muy significativa en la disminución del uso de insumos, esta es una variable que, al igual que el uso de nitrógeno, puede tener más importancia si lo que se busca es aumentar los rendimientos.

La variable del nivel de precipitaciones resulto ser negativa pero además tiene una influencia casi nula en el nivel de eficiencia. El coeficiente de esta variable supone preguntas que deben ser objeto de investigación. Una interpretación posible es que el nivel de lluvias es bastante homogéneo en la región o que este no está directamente relacionado con la cantidad de insumos necesarios. La presencia de sistemas de riego es ampliamente recomendada para el cultivo de cacao por lo que se podría pensar que la humedad del terreno está más relacionada con el aumento de los rendimientos que con la disminución del uso de insumos.

Los valores negativos para las prácticas de arado y poda parecen concordar con la caracterización de la producción de cacao expuesta anteriormente, según la cual los productores reconocen la importancia de estas prácticas, pero las llevan a cabo según su propia experiencia llevando a que la aplicación de las mismas sea ineficiente. Por otra parte, también es pertinente tener en cuenta que la poda influye en el nivel de rendimiento al fomentar el aumento del volumen de los árboles, lo cual puede implicar un aumento en el uso de insumos, lo cual es contrario al enfoque de esta investigación.

Las variables que resultaron ser significativas estadísticamente son la asistencia técnica y el índice de vulnerabilidad. Con respecto a la presencia de asistencia técnica, resulta sorprendente a primera vista que esta tenga un impacto negativo en el uso eficiente de los insumos estudiados. Una posible explicación para este resultado es la manera en que los productores implementan el conocimiento adquirido. Como se vio anteriormente, los productores de Cacao en el área de estudio prefieren utilizar sus propias prácticas adquiridas por la experiencia lo cual repercute en el éxito de la implementación de nuevas tecnologías y saberes que son producto de la asistencia técnica.

En cuanto al índice de vulnerabilidad, además de ser significativo estadísticamente es la variable con mayor impacto en el nivel de eficiencia de las variables observadas. Según la información recopilada, este resultado cobra sentido al ver que las zonas que se han visto impactadas por el conflicto han percibido flujos de inversión significativos en busca de reemplazar cultivos ilícitos presentes en las regiones. Este flujo de inversión se puede ver representado en el uso de mejores insumos, la aplicación de mejores prácticas y la consecución de un rendimiento mayor en las plantaciones de cacao.

Resta analizar el valor del intercepto, el cual resultó ser estadísticamente significativo y da cuenta de que hay factores que pueden estar escapando al modelo. Manteniendo todo lo demás constante, el nivel de eficiencia puede aumentar en un 0.95 independientemente de las variables observadas. Para evaluar más en detalle este comportamiento del modelo se puede revisar el valor del  $R^2$  el cual nos revela la bondad del ajuste del modelo. La tabla 7 presenta un resumen de los valores de significancia global del modelo.

**Tabla 7**

*Nivel de Significancia Global del Modelo de Mínimos Cuadrados para la Evaluar los Determinantes de la Eficiencia Técnica en la Producción de Cacao.*

$R^2$ Múltiple	$R^2$ Ajustado
0.4152	0.2076

**Nota.** La tabla muestra el nivel de significancia estadística global del modelo en términos múltiples y ajustados.

El valor del  $R^2$  ajustado revela que las variables del modelo explican en un 20% el nivel de eficiencia técnica para el grupo de productores estudiados. Este resultado evidencia que hay factores más allá de las prácticas evaluadas que pueden explicar el nivel de eficiencia presentado. Sin embargo, hay dos variables significativas en el modelo

que pueden dar cuenta de dichos factores que influyen en el nivel de eficiencia técnica en el norte del Huila y el Sur del Tolima.

La tabla 8 muestra la prueba de Jarque-Bera para evaluar la normalidad de los residuos, la prueba de Durbin-Watson para evaluar la autocorrelación del modelo y la prueba de Breusch-Pagan para evaluar problemas de heteroscedasticidad. Estas pruebas se llevan a cabo para cerciorarse de que el modelo no presente problemas de tipo estructural y que los resultados obtenidos sean confiables estadísticamente.

**Tabla 8**

*Pruebas Estructurales del Modelo de Mínimos Cuadrados para la Evaluar los Determinantes de la Eficiencia Técnica en la Producción de Cacao.*

Prueba	Resultado	p valor
Jarque-Bera	4,7943	0,1827
Durbin-Watson	2,0236	0,0909
Breusch-Pagan	9,1398	0,6090

**Nota.** Se presentan las pruebas estructurales del modelo para evaluar la normalidad, heteroscedasticidad y autocorrelación

El valor de la prueba de Jarque-Bera nos permite observar que el valor de resultado es mayor que el valor tabulado a un nivel de significancia del 5% con lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula de normalidad en los residuos. Por otra parte, la prueba de Durbin-Watson oscila cerca de un valor de 2 con lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación, es decir, el modelo no presenta problemas de autocorrelación. Por último, la prueba de Breusch-Pagan presenta un p valor mayor al 0.05 con lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de heteroscedasticidad, el modelo presenta homoscedasticidad en sus residuos.

Los esfuerzos por entender cómo mejorar la eficiencia en el uso de insumos deben centrarse en identificar factores que pueden estar relacionados con la manera en que se implementa el conocimiento adquirido al recibir asistencia técnica y entender más a

profundidad de qué manera el conflicto ha dado forma a la producción de cacao en la región. Factores socio demográficos como el nivel educativo, el género de los productores, la edad de los cultivos, la pertenencia a una asociación, el acceso a crédito y la implementación de prácticas de producción orgánica pueden dar más información sobre el nivel de eficiencia técnica pues estos han mostrado tener una influencia significativa en investigaciones previas.

### **3.2 Medidas para mejorar la eficiencia técnica en la producción de cacao en el norte del Huila y el sur del Tolima**

Tras evaluar las prácticas y algunos determinantes de la eficiencia técnica en la región de estudio se ha encontrado que hay dos áreas que son de especial importancia, estas son la asistencia técnica y la influencia del conflicto en la región. Adicionalmente, dada la significancia estadística del intercepto, es necesario tener en cuenta factores socio económicos que han presentado una influencia significativa en estudios previos en diferentes regiones no solo de Colombia sino a nivel mundial en la producción de cacao; estos factores son: impacto del cambio climático, presencia de asociaciones de productores, características demográficas de los productores, acceso a crédito e infraestructura, e implementación de buenas prácticas agrícolas.

#### ***3.2.1 Impacto del cambio climático en la producción de cacao para el norte del Huila y el sur del Tolima***

Uno de los principales factores con influencia significativa en el nivel de eficiencia técnica en la producción de cacao es la sostenibilidad. A su vez, cada vez resulta más importante evaluar la influencia del cambio climático en este factor pues tiene consecuencias potenciales en áreas fundamentales como la calidad del suelo y la preservación de los recursos hídricos. De acuerdo a Chica Lobo, y otros (2020) Las características morfológicas del árbol de cacao hacen que sea especialmente susceptible a los problemas de déficit hídrico y altas temperaturas. Ante esto, establecen tres parámetros que se deben evaluar ante la influencia del cambio climático: la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmosfera, la temperatura y el nivel de precipitación.

Para el caso del Tolima, el cacao se cultiva en zonas montañosas principalmente lo que ha implicado que la expansión de su frontera agrícola desencadene en procesos

de deforestación y cambios en el uso de la tierra. (Chica Lobo, y otros, 2020, p. 76). Los autores plantean tres estrategias que son viables en el caso del Tolima: desarrollo de genotipos tolerantes al estrés por sequía y altas temperaturas, sistemas agroforestales y manejo del agua.

En el caso del Huila, la producción se centra principalmente en los valles interandinos secos donde el suelo y la precipitación presentan características idóneas que, sin embargo, están sujetas a afectaciones como producto del cambio climático al tratarse de suelos relativamente secos que pueden llegar a requerir mayores cantidades de riego (Ramírez Chamorro, y otros, 2020). El posible aumento de las temperaturas puede llegar a tener repercusiones en la humedad del suelo y el ambiente obligando a expandir la frontera de producción. Ante esta posibilidad, las soluciones enunciadas anteriormente para el caso del Tolima suponen un mecanismo de mitigación que da cuenta de la importancia de la integración intermunicipal.

### ***3.2.2 Presencia de asociaciones de productores cacaoteros en el norte del Huila y el sur del Tolima***

La asociatividad de productores y empresarios en la producción de cacao es fundamental para obtener ventajas de las economías de escala en la adquisición, manejo y uso de los insumos agrícolas; lo cual implica una mejora en la eficiencia técnica. Como se vio en el análisis de frontera de la eficiencia técnica, los pequeños y medianos productores presentan niveles considerables de eficiencia que se pueden mejorar al modificar sus escalas de producción, la asociatividad es sin duda una medida que se puede implementar sin el requerimiento de una inversión significativa por lo que permite mejorar la eficiencia técnica con los recursos actuales.

En el Tolima, hay un grado elevado de asociatividad según Chica Lobo y otros (2020). Sin embargo, esta asociatividad presenta matices importantes dado que la mayoría de asociaciones son de carácter temporal y se forman únicamente para recibir algún incentivo determinado. El problema se centra en la falta de seguimiento pues los productores que se ven beneficiados de los programas gubernamentales y de apoyo internacional no cuentan con las herramientas para auto gestionar sus asociaciones.



Para el Huila, el 67% de los productores se encuentran asociados o agremiados , “...lo que permite una mejor organización, políticas de control de producción y seguimiento de precios, así como beneficios como la asistencia técnica e investigación para toda la cadena” (Ramírez Chamorro, y otros, 2020). Adicionalmente, el gobierno se encuentra adelantando la consolidación de una asociación de segundo nivel que agrupará 18 asociaciones que agrupan a mas de 800 productores.

### ***3.2.3 Características demograficas de los productores de cacao del norte del Huila y el sur del Tolima***

Las características sociodemográficas de los productores pueden llegar a tener una influencia importante en el uso eficiente de los insumos agrícolas; características como la edad, nivel de escolaridad y acceso a tecnologías y nivel de ingresos pueden resultar significativas al evaluar el grado de implementación de prácticas y tecnologías para la producción de cacao. En general la producción agrícola presenta una problemática con respecto al salto generacional, las dinámicas de migración hacia los centros urbanos han hecho que cada vez menos jóvenes quieran dedicarse a las labores agrícolas. En Colombia este proceso tiene un agravante representado en el conflicto armado que ha dado como producto una migración interna significativa, la cual ha modificado las vocaciones productivas de las regiones.

A falta de una caracterización de los productores de cacao, el DANE (Encuesta Nacional Agropecuaria-ENA Departamento Tolima, 2020) presenta datos demográficos para la producción agrícola del Tolima en los cuales se evidencia que 111.609 Unidades productoras agropecuarias (UPA) se encuentran bajo la condición de persona natural con 100.379 UPA bajo tenencia propia. De estas unidades, 97.258 cuentan con vivienda, 78.668 tienen acceso a electricidad, 14.362 tienen algún dispositivo como una Tablet o computador y solo 991 tienen acceso a internet. En cuanto a los datos demográficos de los productores, el 87% de los productores se encuentra por encima de los 40 años, la gran mayoría tienen como nivel de escolaridad más alto básica primaria.

Para el Huila, los datos del DANE (Encuesta Nacional Agropecuaria-ENA Departamento Huila, 2020) muestran que 87.850 UPA se encuentran bajo la figura de persona natural, 86.146 de estas unidades presentan tenencia propia, 63.572 tiene

vivienda, 56.473 acceso a electricidad, 5.946 tienen Computadores, Tablet o dispositivos móviles y 1.657 cuentan con acceso a internet. El 79% de los productores se encuentra por encima de los 40 años de edad y más del 90% tienen nivel de escolaridad de básica primaria.

Los datos presentados dan cuenta de las características demográficas de ambos departamentos, como se puede apreciar la gran mayoría tienen un nivel de escolaridad bajo, un acceso casi nulo a internet y a dispositivos móviles o computadores. Así mismo, el fenómeno del salto generacional da cuenta de la falta de disponibilidad de mano de obra así como una menor disposición a la implementación de elementos innovadores como la tecnología o la adquisición de conocimiento en prácticas de manejo agrícola y empresarial.

#### ***3.2.4 Acceso a crédito e infraestructura por parte de los productores de cacao en el norte del Huila y el Sur del Tolima***

El acceso a crédito e infraestructura es quizás uno de los pilares más importantes en el uso eficiente de los insumos agrícolas. La capacidad de acceso a crédito permite la adquisición de tecnologías y la implementación de buenas prácticas de forma mucho más directa. Este factor debe ir acompañado de una asistencia técnica correcta que les permita a los productores sacar el mayor provecho de sus inversiones. El acceso a infraestructura supone una disminución en los costos de producción y por lo tanto un aumento de los ingresos que permite a los productores adquirir mejores insumos y optar por la implementación de innovación en términos del manejo de los mismos, así como la consecución de una producción certificada.

De acuerdo a los datos del DANE en su Censo Nacional Agropecuario (2014) solo un 13% de los productores agrícolas del Tolima solicitaron algún tipo de financiación de los cuales el 90,17% obtuvieron una aprobación del crédito. El destino de estos créditos fue la compra de insumos con una participación del 49%. En cuanto a la infraestructura, la Agencia de Desarrollo Rural (2019) establece que para el sur del Tolima la mayoría de vías son terciarias y que estas presentan un mal estado, lo cual representa un sobre costo para los productores.

Para el caso del Huila, el Censo Nacional Agropecuario del DANE (2014) revela que el 18,9% de los productores solicitan un crédito y un poco más del 50% es destinado a la adquisición de insumos. De acuerdo a la Agencia de Desarrollo Rural (2019) los problemas de acceso a crédito para los productores agrícolas se deben a la falta de formalización del sector pues como requisitos se exige la propiedad o arrendamiento del terreno y experiencia o historial crediticio. En cuanto a la infraestructura para la producción agrícola, la disponibilidad de centros de acoplo y sistemas de riego es deficiente, al igual que el mal estado de la infraestructura vial que repercute en sobre costos para la comercialización de los productos y la adquisición de insumos.

### ***3.2.5 Implementación de buenas prácticas agrícolas en la producción de cacao del norte del Huila y el sur del Tolima***

Este es el punto más importante en la búsqueda de un uso más eficiente de los insumos para la producción de cacao y agrícola en general. La implementación de buenas prácticas implica una transformación de los métodos de producción en todos los niveles de la cadena lo cual tiene el potencial de generar aumentos significativos en los rendimientos, productividad, ingresos y la disminución del impacto en el medio ambiente. Lograr la implementación de buenas prácticas supone un círculo virtuoso en el que el productor es consciente de su impacto en el entorno y como el manejo de los recursos puede llevar a mejorar su calidad de vida al mejorar su nivel de ingresos y asegurar la sostenibilidad de su producción integrando mejoras en el plano social y económico.

En su manual sobre buenas prácticas para el cultivo del cacao Soto, Mendoza, & Aguilar (2022) establecen las practicas que estan involucradas en un manejo correcto de la cosecha y que por lo tanto desencadenan en una disminución del uso de insumos nocivos para el medio ambiente. Estas prácticas se agrupan en las categorías de plan de cultivo e identificación de peligros; gestión del suelo y nutrición de los cultivos; gestión del agua; siembra, transplante y material de propagación; protección de los cultivos.

El plan de cultivo e identificación de peligros involucra todo lo que está relacionado con el reconocimiento del lugar de plantación para identificar los posibles peligros y la delimitación de las zonas en las que se llevan a cabo cada uno de los procesos productivos. La gestión del suelo y nutrición de los cultivos hace referencia a la

adecuación del terreno en terminos de la profundidad requerida, estructura, pH y nutrientes, así como la mitigación del desgaste y erosión del suelo. La gestión del agua es el proceso de identificar la cantidad de agua que recibe el cultivo e implementar sistemas de drenaje o riego según sea el caso. En la siembra, transplante y material de propagación se incluyen los procesos de escoger el tipo de propagación más idóneo y las variedades más saludables. Por último, la protección de los cultivos hace referencia al control y prevención de plagas siendo la prevención el factor de preferencia por su tendencia a minimizar el uso de insumos.

(3.2.5) a. Buenas prácticas agrícolas en la producción de cacao del Huila. En cuanto al plan de cultivo e identificación de peligros la producción de cacao en el Huila consta en su mayoría de plantaciones con más de 25 años. La planeación de los cultivos es puramente empírica ya que su producción obedece a costumbres y tradiciones heredadas y la implementación de sistemas de planeación es ínfima. La falta de planeación e identificación de peligros es un factor de gran influencia en el nivel de eficiencia que presentan los productores pues la falta de esta hace que se incurra en un uso desmedido de los insumos agrícolas por la falta de control y prevención.

La Gestión del suelo y nutrición de los cultivos es otra categoría que se ve afectada por la edad de las plantaciones y la producción tradicional. Los productores no tienen algún tipo de control sobre la preparación del suelo previo al establecimiento de la plantación pues la renovación de los cultivos es algo que se da de manera muy escasa. Ante esta problemática, como lo expone Peraza (2022) el comité departamental de la cadena de cacao busca que los productores renueven sus plantaciones con el fin de implementar prácticas que permitan la gestión de los suelos.

En cuanto a la gestión del agua, de acuerdo a la Agencia de Desarrollo Rural (2019) la infraestructura de riego es limitada en el Huila, solo el 7% del área con vocación productiva agrícola cuenta con algún sistema de riego. Esto indica que los productores están lejos de aplicar los niveles de humedad óptimos para los cultivos, lo cual desencadena en niveles bajos de eficiencia y el requerimiento de una cantidad mayor de insumos.

La siembra, transplante y material de propagación es un área que también presenta problemáticas para los productores del Huila, no se cuenta con un registro específico de las variedades que utilizan los productores, según los datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) en su base de costos permanentes (2018) los productores emplean plántulas, injertos e híbridos, sin embargo, no hay claridad sobre las genéticas empleadas. Identificar las genéticas que se usan es fundamental para mejorar la eficiencia en la producción pues emplear las especies recomendadas es de crucial importancia para asegurar mayores rendimientos.

La protección de los cultivos es otro factor que se ve afectado por la edad de las plantaciones y la falta de renovación de las mismas. Al carecer de una planeación integral, las plantaciones presentan plagas que repercuten en un mayor uso de insumos como fungicidas e insecticidas. La recomendación en cuanto a la protección de los cultivos es implementar medidas preventivas como mantener una humedad adecuada, iluminación y nutrición de las plantas. De acuerdo a los datos consignados en la base de costos permanentes del MADR todos los productores utilizan algún tipo de pesticida, sin embargo, no hay registro de las labores culturales de prevención por lo que se puede decir que no es algo que los productores lleven a cabo en su mayoría.

(3.2.5) b. Buenas prácticas agrícolas en la producción de cacao del Tolima. El componente de plan de cultivo e identificación de peligros en el Tolima está marcado por una producción de carácter tradicional, de acuerdo con Chica Lobo y otros (2020) la producción del sur del Tolima tiene una notable influencia de los programas de transferencia de tecnología que han sido promovidos bajo el contexto de la lucha contra las drogas en zonas afectadas por el conflicto armado. Las fincas productoras de cacao tienen plantaciones que no están delimitadas en su mayoría y que cuentan con árboles de 30 años o más.

En lo que respecta a la gestión del suelo y nutrición de los cultivos, los productores se dividen en dos grupos. El primero incluye a la mayor cantidad de productores y son quienes tienen prácticas puramente tradicionales con las que no se implementa la fertilización por lo que la nutrición de las plantaciones es deficiente. Por otra parte, hay

un pequeño grupo de fincas tecnificadas que realizan una fertilización adecuada de sus plantaciones y presentan rendimientos mayores.

La gestión del agua está marcada por la división de los dos grupos mencionados anteriormente, los productores de carácter tradicional no cuentan con sistemas de riego y tampoco son conscientes de su importancia. Los productores tecnificados están al tanto de la influencia del manejo de la humedad en sus plantaciones, pero tiene problemas con acceder a los sistemas de riego debido a su alto costo. Si bien los sistemas de riego son de difícil acceso para los productores, hay prácticas que pueden ayudar a regular el nivel de humedad de las plantaciones como el uso de hojarasca para evitar la evaporación del agua presente en el suelo, los esfuerzos de transferencia de conocimiento pueden centrarse en la enseñanza de este tipo de prácticas.

Para el componente de siembra, trasplante y material de propagación, Chica Lobo y otros (2020) identificaron que la mayoría de productores de carácter tradicional tienen fincas sin delimitación con diferentes variedades. Predomina el tipo híbrido trinitario el cual se siembra en una mayor densidad por hectárea. Por otra parte, hay cada vez más fincas implementando los clones modernos promovidos por Fedecacao con densidades de hasta los 100 árboles por hectárea. Estos datos dan cuenta de la importancia de la densidad de siembra y como esta se relaciona con la eficiencia en la producción. Una adecuada densidad implica un uso eficiente de los insumos y una optimización del rendimiento de las plantaciones.

En cuanto al componente de la protección de los cultivos, el control de plagas se hace de manera reactiva, es decir, no hay un proceso de prevención al implementar prácticas como la poda con una periodicidad adecuada. Así mismo, la falta de prácticas de planeación y prevención ha hecho que se desarrollen enfermedades en los cultivos que se ven agravadas por la edad de los mismos. Por otra parte, las fincas tecnificadas presentan un mejor control de plagas dadas sus prácticas de manejo del cultivo y la renovación periódica de sus plantaciones.

La producción de cacao en ambos departamentos presenta áreas de mejora significativas en cuanto a la implementación de buenas prácticas agrícolas. La gran mayoría de estas prácticas requieren de la disposición de los productores y la capacidad

de los entes gubernamentales para transferirles conocimiento y tecnología. Si bien hay prácticas como el riego que requieren de una inversión significativa, otras con gran impacto como la planeación, fertilización, manejo del agua y protección de los cultivos requieren un cambio en la manera en que los productores manejan sus cultivos sin mayor inversión que la mano de obra que ya se ocupa actualmente.

#### **4. CONCLUSIONES**

El análisis de los factores que influyen en la eficiencia técnica en la producción de cacao ha mostrado que a nivel mundial se presentan diferentes fenómenos que influyen en la misma. Los países que han sido grandes productores de cacao históricamente presentan afectaciones significativas a su medio ambiente por las dinámicas de producción que han llevado a maximizar los rendimientos haciendo uso de una agricultura expansiva que aumenta cada vez más el área de producción causando deforestación en las regiones. Estas dinámicas han llevado a buscar nuevas formas de producción que permitan hacer un uso más eficiente de los insumos agrícolas incluyendo el suelo y los recursos hídricos.

En contraste con las afectaciones que se presentan en los países líderes en producción de cacao, la producción en América presenta oportunidades para conocer e implementar prácticas tradicionales que resultan benéficas para el entorno de producción. Así mismo, se proyecta que la demanda mundial de cacao continúe creciendo por lo que países como Colombia tienen un gran margen de oportunidad para aumentar su producción; sin embargo, esto se debe lograr aprendiendo de los fenómenos presentados en los países africanos; las prácticas de producción que se implementen en Colombia deben obedecer a la búsqueda de una producción sostenible que asegure la preservación del medio ambiente, así como el beneficio económico y social para los productores.

El mercado del cacao en Colombia tiene matices que en ocasiones desestimulan el desarrollo de una producción sostenible, al ser un mercado que prácticamente se dedica a satisfacer la demanda interna, los productores pueden no encontrar incentivos suficientes para aumentar los rendimientos en su producción lo cual lleva a que no encuentren mucho sentido en implementar buenas prácticas pues estas requieren una inversión significativa de mano de obra y recursos. Ante este panorama es crucial que los programas de asistencia técnica se enfoquen en la producción de cacao de calidad que pueda ser exportado y que no implique, necesariamente, un aumento de los rendimientos, si no, una producción orgánica y que eventualmente represente mayores ingresos.



Para el caso del valle interandino del norte del Huila y el Sur del Tolima la evaluación de la eficiencia técnica ha mostrado que los productores presentan niveles satisfactorios de eficiencia en cuanto al uso que hacen de sus insumos, sin embargo, algunos productores tienen la posibilidad de mejorar su eficiencia tomando como referencia a los productores eficientes. El estudio de la eficiencia bajo rendimientos constantes y variables a escala reveló que la gran mayoría de productores están por debajo de su escala óptima de operación aun cuando hacen un uso eficiente de sus insumos; esto quiere decir que existe la posibilidad de aumentar los rendimientos de los cultivos haciendo un uso más óptimo de los recursos con los que se cuenta actualmente. Por otra parte, algunos productores están operando a una escala mayor por lo que cabe la posibilidad de implementar programas de redistribución de las tierras productivas para minimizar el uso de insumos nocivos para el medio ambiente.

La evaluación de las prácticas de producción registradas por parte del ministerio de agricultura y desarrollo rural arrojó que únicamente la asistencia técnica y el nivel de afectación económica por el conflicto armado son significativas al explicar el nivel de eficiencia de los productores observados. La asistencia técnica es un factor fundamental en la consecución de una producción sostenible, la evidencia recolectada por otros autores da cuenta de las fallas que tienen los productores al implementar buenas prácticas en la producción de cacao y, aunque ha habido asistencia técnica impulsada principalmente por la búsqueda de la sustitución de cultivos ilícitos, esta no ha tenido efectos significativos en el manejo que dan los productores a sus plantaciones.

La influencia positiva que presenta el índice de afectación económica por el conflicto armado da cuenta de la inversión que se ha hecho en esta materia que ha sido predominantemente con la intención de aumentar el área de producción. De acuerdo a los hallazgos de esta investigación y teniendo como base la experiencia de los países que dominan el mercado del cacao, el enfoque de los programas de sustitución de cultivos debe propender no solo a aumentar el área de producción si no a fomentar el uso eficiente de los insumos agrícolas para lograr un mejor nivel de ingresos para los productores e incentivar la transición a prácticas más amables con el medio ambiente.

Tras evaluar los factores que influyen en el nivel de eficiencia presentado por los productores se encontraron cinco áreas que de acuerdo a estudios previos presentan una influencia importante en la eficiencia del uso de insumos en la producción de cacao. Estas áreas son el impacto del cambio climático, la asociatividad de los productores, el acceso a financiación e infraestructura, las características demográficas y sociales de los productores y la implementación de buenas prácticas.

En cada una de estas áreas se identificó un espacio de mejora significativo ya que, si bien estos temas han sido abordados, no se cuenta con datos específicos para la producción de cacao. Los estudios futuros deberán enfocarse en abordar estas áreas profundizando en las particularidades de cada territorio; un elemento fundamental en el análisis de la eficiencia técnica es reconocer las particularidades de cada territorio para eliminar en una mayor medida la posibilidad de llevar a cabo modelos con información incompleta.

Las características de los productores campesinos requieren estudios que abarquen el problema de la eficiencia técnica desde perspectivas diferentes a las de la maximización de la producción entendiendo que las unidades de producción agrícola tienen particularidades que hacen que la teoría económica clásica no aplique al pie de la letra en muchos casos. Para ahondar en los determinantes de la eficiencia técnica en la producción de cacao es necesario mirar de cerca a las comunidades y pensar los modelos como un todo que incluyan el medio ambiente, la cultura y la economía de un territorio.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, hay tres puntos fundamentales en los que se deben enfocar los esfuerzos por mejorar la eficiencia técnica en el norte del Huila y el sur del Tolima. Por una parte, el mercado del cacao en Colombia está enfocado principalmente en la satisfacción de la demanda interna lo que supone una restricción en el aumento de la productividad. Es por esto que la asistencia técnica debe centrarse en ayudar a los productores a hacer un mejor uso de sus insumos y en lograr la adquisición de buenas prácticas para conseguir un tipo de producción certificada que pueda tener un impacto positivo en el nivel de ingresos de los productores que no se vea representado únicamente en aumentar los rendimientos.

Adicionalmente, es necesario identificar formas de asociación que permitan a los productores compartir el conocimiento de manera efectiva, así como implementar mecanismos para modificar su escala de operación y acercarse a niveles óptimos. La asociatividad tiene el potencial de permitir a los productores adquirir insumos a un menor costo al sacar provecho de las economías de escala. Así mismo, se podría pensar en una distribución de la producción que permita a las unidades que operan por encima de su escala ideal acercarse a su punto óptimo.

Otro factor a tener en cuenta en las asociaciones de productores de cacao es la influencia del conflicto armado, como se ha visto este factor he presentado una influencia significativa y positiva en la eficiencia técnica, que se puede explicar por la alta inversión que han tenido las áreas afectadas. Los programas de sustitución de cultivos deben tener en cuenta también la restricción que supone la demanda interna y enfocar sus esfuerzos no solo en el aumento del área de producción sino también en la implementación de buenas prácticas y el uso eficiente de los insumos agrícolas.

Por último, teniendo en cuenta la necesidad de analizar la eficiencia técnica a nivel local por la importancia de las particularidades de los territorios en el nivel de eficiencia de los productores, esta investigación debe ampliarse para incluir variables demográficas, sociales y económicas que puedan influir en la producción del territorio observado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, P., Benjamin, T., Burniske, G., Croft, M., Fenton, M., Kelly, C., . . . Wilcox, M. (2019). *Análisis de la Cadena Productiva del Cacao en Colombia*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/331155301\\_Analisis\\_de\\_la\\_Cadena\\_Productiva\\_del\\_Cacao\\_en\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/331155301_Analisis_de_la_Cadena_Productiva_del_Cacao_en_Colombia)
- Agencia de Desarrollo Rural, O. d. (2019). *Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con Enfoque Territorial Tomo I Departamento del Huila*. Obtenido de <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/Huila-Tomo-1.pdf>
- Agencia de Desarrollo Rural, O. d. (2019). *Plan integral de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial Tomo II Departamento del Tolima*. Obtenido de Agencia de Desarrollo Rural: <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/TOLIMA-TOMO-II.pdf>
- Aparicio, J. (2007). *Una introducción al análisis envolvente de datos*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/28299160\\_Una\\_introduccion\\_al\\_analisis\\_envolvente\\_de\\_datos](https://www.researchgate.net/publication/28299160_Una_introduccion_al_analisis_envolvente_de_datos)
- Banco Mundial. (s.f.). *The World Bank*. Obtenido de World Bank Open Data: <https://data.worldbank.org/>
- Barajas Rincón, Y. L., & Pabuena Sánchez, J. S. (2023). *Determinantes de la eficiencia de la agricultura del Nororiente colombiano en el año 2019*. Obtenido de Universidad autónoma de Bucaramanga: <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/20529>
- Benton, T., & Bailey, R. (2019). *The paradox of productivity: agricultural productivity promotes food system inefficiency*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/332465137\\_The\\_paradox\\_of\\_productivity\\_agricultural\\_productivity\\_promotes\\_food\\_system\\_inefficiency/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/332465137_The_paradox_of_productivity_agricultural_productivity_promotes_food_system_inefficiency/citation/download)

- Berger, A. (2018). *Productividad y eficiencia de uso de los insumos y los recursos*. Obtenido de Revista INIA: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10738/1/revista-INIA-53-Junio-2018.p.36-39-Berger.pdf>
- Binam, J. N., Gockowski, J., & Nkamleu, G. B. (2008). *Technical efficiency and productivity potential of cocoa farmers in west african countries*. Obtenido de Wiley Online Library: <https://doi.org/10.1111/J.1746-1049.2008.00065.X>
- Bucaram, M., Quinde, F., Mayorga, J., & Bueno, M. (2021). *Evaluación de la eficiencia técnica en la producción de Cacao Nacional en los principales cantones de la provincia del Guayas*. Obtenido de <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/download/471/898>
- Bucaram-Leverone, M., Quinde Rosales, F., Ramos, J., & Bueno-Quiñonez, M. (2021). *Evaluation of the technical efficiency in the production of National Cocoa in the main cantons of the province of Guayas*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/354215428\\_Evaluation\\_of\\_the\\_technical\\_efficiency\\_in\\_the\\_production\\_of\\_National\\_Cocoa\\_in\\_the\\_main\\_cantons\\_of\\_the\\_province\\_of\\_Guayas](https://www.researchgate.net/publication/354215428_Evaluation_of_the_technical_efficiency_in_the_production_of_National_Cocoa_in_the_main_cantons_of_the_province_of_Guayas)
- Bunn, C., & Castro-Llanos, F. (2021). *Cambio Clímatico y Cacao en Colombia*. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/125818/Informe%20Colombia%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, M., Legarreta-Gonzalez, M., Olivas-García, M., & García-Fernández, F. (2020). *Análisis de la eficiencia técnica del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.). Caso de la región norte centro de Nicaragua*. Obtenido de Custos e Agronegocio: [https://www.researchgate.net/publication/346027905\\_Analisis\\_de\\_la\\_eficiencia\\_tecnica\\_del\\_cultivo\\_de\\_cacao\\_Theobroma\\_cacao\\_L\\_Caso\\_de\\_la\\_region\\_norte\\_centro\\_de\\_Nicaragua](https://www.researchgate.net/publication/346027905_Analisis_de_la_eficiencia_tecnica_del_cultivo_de_cacao_Theobroma_cacao_L_Caso_de_la_region_norte_centro_de_Nicaragua)

- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision making units*. Obtenido de <https://personal.utdallas.edu/~ryoung/phdseminar/CCR1978.pdf>
- Chayánov, A. (1974). *La organización de la unidad económica campesina*. Obtenido de Els Arbres de Fahrenheit: <https://espai-marx.net/elsarbres/review/la-organizacion-de-la-unidad-economica-campesina-alexander-v-chayanov/>
- Chica Lobo, J., Urrego Pereira, Y. F., Avila Pedraza, E. A., García Lozano, J., Quiroga Rojas, L. F., Sandoval Aldana, A. P., & Horta Téllez, H. B. (2020). *El sistema productivo del cultivo de cacao en el sur del Tolima*. Obtenido de Universidad del Tolima: <https://repository.ut.edu.co/entities/publication/feeead63-445e-4ba4-b1b9-56bf5db9dc31>
- Clavijo Lemus, M. A., & Ardila Saavedra, P. A. (2015). *Eficiencia Económica en la Producción de Cacao en Rionegro-Santander*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1066/2015-ClavijoLemus,MairaAlejandra-Trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coulibaly, S., & Erbao, C. (2019). *An empirical analysis of the determinants of cocoa production in Cote d'Ivoire*. Obtenido de Journal of economic structures: <https://doi.org/10.1186/s40008-019-0135-5>
- DANE. (2014). *Censo Nacional Agropecuario*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>
- DANE. (2020). *Encuesta Nacional Agropecuaria-ENA Departamento Huila*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/presentacion-ena-huila-2019.pdf>
- DANE. (2020). *Encuesta Nacional Agropecuaria-ENA Departamento Tolima*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/presentacion-ena-tolima-2019.pdf>

- Danso-Abbeam, G., & Baiyegunhi, L. (2019). *Technical efficiency and technology gap in Ghana's cocoa industry: accounting for farm heterogeneity*. Obtenido de Research Gate:  
[https://www.researchgate.net/publication/334614438\\_Technical\\_efficiency\\_and\\_technology\\_gap\\_in\\_Ghana's\\_cocoa\\_industry\\_accounting\\_for\\_farm\\_heterogeneity](https://www.researchgate.net/publication/334614438_Technical_efficiency_and_technology_gap_in_Ghana's_cocoa_industry_accounting_for_farm_heterogeneity)
- De Wit, C. (1992). *Resource Use Efficiency in Agriculture*. Obtenido de Department of Theoretical Production Ecology, Agricultural University: <https://bit.ly/3bFLKbh>
- Djokoto, J. G. (2015). *Technical efficiency of organic agriculture: a quantitative review*. Obtenido de Academia.edu:  
[https://www.academia.edu/14895064/Technical\\_efficiency\\_of\\_organic\\_agriculture\\_a\\_quantitative\\_review](https://www.academia.edu/14895064/Technical_efficiency_of_organic_agriculture_a_quantitative_review)
- Effendy, Fardhal Pratama, M., Abdul Rauf, R., Antara, M., Basir-Cyio, M., Mahfudz, & Muhardi. (2019). *Factors influencing the efficiency of cocoa farms: A study to increase income in rural Indonesia*. Obtenido de PLOS ONE:  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214569>
- Fadzim, W. R., Azman Aziz, M. I., & Abdul Jalil, A. Z. (2017). *Determinants of technical efficiency of cocoa farmers in Malaysia*. Obtenido de UUM IRepository:  
<https://repo.uum.edu.my/id/eprint/21829/>
- Farrell, M. (1957). *The Measurement of Productive Efficiency*. Obtenido de Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General): <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Feria Internacional de Café, Cacao y Agroturismo. (2023). *FICCA*. Obtenido de <https://ficca.co/el-huila-es-cacao/#:~:text=En%20el%20Huila%2C%20aproximadamente%202.500,del%20pa%C3%ADs%2C%20y%20mejorando%20un>
- Fried, H., Lovell, C., & Schmidt, S. (1993). *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/43517420\\_The\\_Measurement\\_of\\_Productive\\_Efficiency](https://www.researchgate.net/publication/43517420_The_Measurement_of_Productive_Efficiency)

- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo*. Obtenido de CEPAL: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/6148d765-c146-4bf6-8298-9c8a68abaa2f/content>
- García, O., & Gómez, I. (2018). *Competitividad y desarrollo regional en Colombia. Fusagasugá: Editorial de la Universidad de Cundinamarca*. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1483/Libro%20de%20Competitividad%20y%20Desarrollo%20regional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IFOAM – Organics International. (2015). *Into the Future | Annual Report 2015*. Obtenido de IFOAM network: <https://www.ifoam.bio/future-annual-report-2015>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2016). *Estado actual sobre la producción y el comercio del Cacao en América*. Obtenido de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21191>
- Latruffe, L. (2010). *Competitiveness, Productivity and Efficiency in the Agricultural and Agri-Food Sectors*. Obtenido de OCDE: <http://dx.doi.org/10.1787/5km91nkdt6d6-en>
- Leff, E. (2018). *Ecología y capital. Hacia una perspectiva ambiental del desarrollo*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327904620\\_ECOLOGIA\\_Y\\_CAPITAL\\_Hacia\\_una\\_perspectiva\\_ambiental\\_del\\_desarrollo](https://www.researchgate.net/publication/327904620_ECOLOGIA_Y_CAPITAL_Hacia_una_perspectiva_ambiental_del_desarrollo)
- MADR, M. d. (2018). *Base de costos permanentes MADR\_2018*. Obtenido de Agronet: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=88>
- Marcotte, M., Arcand, Y., Maxime, D., & Landry, D. (2011). *Development of Eco-efficiency Indicators to Assess the Environmental Performance of the Canadian Food and Beverage Industry*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/226128596\\_Development\\_of\\_Eco-](https://www.researchgate.net/publication/226128596_Development_of_Eco-)



efficiency\_Indicators\_to\_Assess\_the\_Environmental\_Performance\_of\_the\_Canadian\_Food\_and\_Beverage\_Industry/citations

Melo-Becerra, L. A., & Orozco-Gallo, A. J. (2015). *Eficiencia técnica de los hogares con producción agropecuaria en Colombia*. Obtenido de Banco de la república de Colombia: <https://www.banrep.gov.co/es/dtser-227>

Merlo, L. L. (2022). *Eficiencia técnica del cultivo de cacao en Nicaragua*. Obtenido de [https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/revista/Revista\\_Vol9/Revista\\_Vol9\\_2022\\_P3.pdf](https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/revista/Revista_Vol9/Revista_Vol9_2022_P3.pdf)

Montero, & Morris. (1990). *Territorio, competitividad sistémica y desarrollo endógeno. Metodología para el estudio de los sistemas regionales de innovación*. Obtenido de CEPAL: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/19887>

Moreno-Moreno, J.-J., Velasco-Morente, F., & Sanz, M. (2018). *Assessment of the operational and environmental efficiency of agriculture in Latin America and the Caribbean*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/324759622\\_Assessment\\_of\\_the\\_operational\\_and\\_environmental\\_efficiency\\_of\\_agriculture\\_in\\_Latin\\_America\\_and\\_the\\_Caribbean](https://www.researchgate.net/publication/324759622_Assessment_of_the_operational_and_environmental_efficiency_of_agriculture_in_Latin_America_and_the_Caribbean)

Nowak, A., Kijek, T., & Domanska, K. (2015). *Technical efficiency and its determinants in the European Union*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/281194290\\_Technical\\_efficiency\\_and\\_its\\_determinants\\_in\\_the\\_European\\_Union/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/281194290_Technical_efficiency_and_its_determinants_in_the_European_Union/citation/download)

Pabón, E. (2010). *Aportes a un modelo de economía ecológica para programas de sostenibilidad local y regional en Colombia*. Obtenido de [https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/717/0119\\_Pabon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/717/0119_Pabon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Peraza Peraza, Y. (2022). *La producción de cacao en el departamento del Huila: estrategias para promover su competitividad*. Obtenido de Fundación Universidad de América: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9014>

- Pinto, N. G., Rossato, V. P., Coronel, D. A., & Schuh, A. B. (2018). *El desempeño de la agricultura en América Latina: análisis de la eficiencia y eficacia de la región*. Obtenido de Revista Facultad de Ciencias Económicas Universidad Militar Nueva Granada: <https://doi.org/10.18359/rfce.2775>
- Porter, M. (2007). *La ventaja competitiva de las naciones*. Obtenido de [https://www.academia.edu/2917951/La\\_ventaja\\_competitiva\\_de\\_las\\_naciones](https://www.academia.edu/2917951/La_ventaja_competitiva_de_las_naciones)
- Pumisacho, V., & Alvarado, K. (2018). *Evaluación de eficiencia y productividad de PyMEs productivas usando análisis envolvente de datos e índice Malmquist*. Obtenido de Revista Espacios: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n33/18393310.html>
- Ramírez Chamorro, L. E., Abaunza González, C. A., Rodríguez Polanco, L., Varón Devia, E. H., Barragán Quijano, E., & Rojas Molina, J. (2020). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao) para el departamento del Huila*. Obtenido de Minagricultura: <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/108/92/888-1>
- Rodríguez-Sperat, R., & Jara, C. (2019). *Eficiencia y agricultura familiar: más de un siglo de debate sin suficientes respuestas*. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/330835628\\_Eficiencia\\_y\\_agricultura\\_familiar\\_mas\\_de\\_un\\_siglo\\_de\\_debate\\_sin\\_suficientes\\_respuestas/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/330835628_Eficiencia_y_agricultura_familiar_mas_de_un_siglo_de_debate_sin_suficientes_respuestas/citation/download)
- Sánchez Trujillo, V., Solano Suarez, A. M., & Serrano Coronado, A. (2018). *Estrategias de competitividad para potenciar el sector del cacao en el departamento de Tolima a nivel internacional en el marco del posacuerdo*. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/finanzas\\_comercio/240](https://ciencia.lasalle.edu.co/finanzas_comercio/240)
- Silva Mora, A., & Gutierrez Molina, N. A. (2019). *Eficiencia técnica de la agricultura familiar en el posconflicto*. Obtenido de Pontificia Universidad Javeriana Biblioteca General Alfonso Borrero Cabal S.J.: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/41680>

- Sotelsek-Salem, D. F., & Laborda-Castillo, L. (2019). *Desarrollo y productividad agrícola en América Latina: el problema de la medición*. Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722019000100061&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722019000100061&lng=es&tlng=es)
- Soto, E., Mendoza, P., & Aguilar, J. (2022). *Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao*. Obtenido de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21346/CDPE22118713e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Swiss Platform for Sustainable Cocoa. (2023). *Swiss Platform for Sustainable Cocoa*. Obtenido de <https://www.kakaoplattform.ch/>
- Velez, L. (2022). *Análisis de eficiencia técnico-productiva del sector agrícola en Colombia: el papel del riego*. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/31743/Tesis\\_Final\\_Laura\\_Velez\\_Colorado-3.pdf?sequence=10&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/31743/Tesis_Final_Laura_Velez_Colorado-3.pdf?sequence=10&isAllowed=y)
- Watkins, K., Hristovska, T., Mazzanti, R., & Wilson, C. (2014). *Measuring Technical, Allocative, and Economic Efficiency of Rice Production in Arkansas using Data Envelopment Analysis*. Obtenido de <https://ideas.repec.org/p/ags/saea13/142962.html>
- Williams, K. (2019). *Using Cacao to Catalyze Development: Productivity drivers and technology adoption amongst smallholder farmers in Montes de María, Colombia*. Obtenido de Cornell University Library: <https://hdl.handle.net/1813/67340>
- Wysokiński, M., Domagała, J., Gromadaorcid, A., Golonko, M., & Trębska, P. (2020). *Economic and energy efficiency of agriculture*. Obtenido de Czech academy of agricultural sciences: [https://www.old-aj.cz/web/agricecon.htm?type=article&id=170\\_2020-AGRICECON](https://www.old-aj.cz/web/agricecon.htm?type=article&id=170_2020-AGRICECON)

## ANEXO 1

### Unidades Eficientes Bajo Rendimientos Constantes y Variables a Escala

**Tabla 9**

*Unidades Eficientes Bajo Rendimientos Constantes y Variables a Escala*

UPA	Depto.	Tamaño	Enmienda	Arado	Rastrillado	Abonado	Surcado	Ahoyado	Material orgánico	Aporcado	Plateo	Poda	Asistencia técnica
2	Huila	Grande	Si	No	No	Si	Si	Si	Plántula	No	Si	Si	Si
7	Huila	Grande	Si	No	No	Si	Si	Si	Híbridos	No	Si	Si	Si
9	Huila	Mediano	Si	No	No	Si	Si	Si	Plántula	No	Si	Si	Si
14	Huila	Mediano	Si	No	No	Si	No	Si	Plántula	No	Si	Si	Si
17	Huila	Mediano	Si	No	No	Si	No	Si	Plántula	No	Si	Si	Si
19	Huila	Pequeño	Si	No	No	Si	Si	Si	Plántula	No	Si	Si	No
21	Huila	Pequeño	Si	No	No	Si	Si	Si	Híbridos	No	Si	Si	No
26	Tolima	Grande	Si	Si	Si	Si	Si	No	Sabanero	Si	Si	Si	Si
31	Tolima	Mediano	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Nibs	Si	Si	Si	Si
32	Tolima	Mediano	Si	SI	SI	Si	Si	Si	Nibs	Si	Si	Si	Si

**Nota.** La tabla presenta información al 22 de noviembre de 2023. Tomada de "base de costos permanentes", por MADR, 2018 (<https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=87>).