

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Biblioteca Bucaramanga
Universidad Santo Tomás

Eficiencia Económica en la Producción de Cacao en Rionegro-Santander

Maira Alejandra Clavijo Lemus, Pahola Andrea Ardila Saavedra

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Economista

Director

Álvaro Ramírez Suárez

Ph. D. Economía Agrícola

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias Económicas y Administrativas

Facultad de Economía

2015

Dedicatorias

A Dios por darme vida, salud y sabiduría para culminar con este proceso que hace parte importante de mi vida como persona y profesional.

A mis padres, por brindarme su apoyo y acompañamiento constante hasta el final de este arduo proceso.

A mis docentes, gracias por sus conocimientos brindados, que sirvieron como base para realizar este proyecto.

Maira Alejandra.

A Dios, por haberme guiado en cada uno de mis días.

A mis padres, Jairo Ardila y Maritza Saavedra por haber hecho esta meta posible.

Y finalmente, a las demás personas que me acompañaron siempre porque hicieron de mi carrera profesional un ciclo inolvidable de mi vida.

Pahola Ardila.

Agradecimientos

Al Doctor Álvaro Ramírez, por su entrega, dedicación y por brindarnos sus conocimientos para realizar este proyecto de grado. Gracias por ser un guía en esta experiencia única y de gran aprendizaje en nuestras vidas.

A la Federación Nacional de Cacaoteros, por su atención en cada visita y por brindarnos la información necesaria para resolver este proyecto.

A los docentes y a la institución por hacer de este proceso de aprendizaje, una grata experiencia.

Contenido

Introducción

1. Eficiencia económica en la producción de cacao en Rionegro – Santander	15
1.1 Definición y planteamiento del problema	15
1.2 Justificación	17
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo general	20
1.3.2 Objetivos específicos	21
2. Marco referencial	22
2.1 Marco conceptual	22
2.1.1 Origen e historia del cacao	22
2.1.2 Categorías de cacao en grano	24
2.1.3 Situación socioeconómica del cacao	25
2.1.3.1 Situación global del cacao	26
2.1.3.2 Demanda y oferta mundial del cacao	27
2.1.3.3 Situación cacaotera de la región	28
2.1.3.4 Situación nacional del cacao	30
2.1.3.5 Santander y Rionegro	31
2.2 Marco teórico	33
2.2.1 Modelo de producción de frontera	33
2.2.2 Modelo de función de producción frontera determinística	36
3. Marco metodológico	42
3.1 Zona de estudio	42
3.2 Diseño de la muestra e instrumento de recolección de datos	43
3.3 Captura de datos en el campo	44
3.4 Análisis explicatorio de las variables seleccionadas	46
3.5 Diseño del modelo empírico de eficiencia económica	49
3.6 Diseño del modelo empírico de factores determinantes de eficiencia económica	51
4. Análisis de resultados	53
4.1 Estimación de la función frontera determinística	53
4.2 Eficiencia técnica, distributiva y económica a nivel de fincas	55
4.3 Eficiencia técnica, distributiva y económica de los recursos productivos	58
4.4 Análisis explicatorio de las variables de eficiencia económica	61
5. Análisis de implicaciones socioeconómicas de los resultados	63
6. Conclusiones	66
7. Recomendaciones	70

Bibliografía

Apéndices

Lista de Figuras

Figura 1. Evolución de la superficie cultivada, producción y rendimientos por hectárea de cacao en grano de Colombia. 1992-2013.	16
Figura 2. Producción de cacao en África.....	26
Figura 3. Producción de Asia y Oceanía.	27
Figura 4. Producción de cacao por continentes año cacaotero 2012/13.....	27
Figura 5. Producción de cacao en América.	29
Figura 6. Producción de cacao en Colombia.....	30
Figura 7. Producción Santandereana de Cacao.	31
Figura 8. Modelo de Eficiencia Económica de Farrell.	35
Figura 9. Histograma de los índices de eficiencia económica en la producción de cacao de Rionegro-Santander.	55
Figura 10. Histograma de los índices de eficiencia distributiva en la producción de cacao de Rionegro-Santander.	56
Figura 11. Histograma de los índices de eficiencia económica en la producción de cacao de Rionegro-Santander.	56

Listas de Tablas

Tabla 1. Efecto del aumento de la productividad sobre el costo unitario de producción y la competitividad en finca del cultivo de cacao en Santander a precios del 2015.....	20
Tabla 2. Distribución del número de agricultores cacaoteros entrevistados en el estudio de eficiencia según veredas de Rionegro, Santander.....	43
Tabla 3. Variables independientes seleccionadas para incluir en los análisis econométricos.	47
Tabla 4. Estadísticos descriptivos y coeficientes estimados de la función de producción frontera determinística estimada por Mínimos Cuadrados Ordinarios MCO y Corregidos MCOC.....	53
Tabla 5. Distribución de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia técnica, distributiva y económica.....	57
Tabla 6. Distribución del número de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia técnica en el uso de mano de obra (familiar y contratada) y fertilizantes.	58
Tabla 7. Distribución del número de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia distributiva en el uso de mano de obra (familiar y contratada) y fertilizantes.....	59
Tabla 8. Distribución del número de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia económica en el uso de mano de obra (familiar y contratada) y fertilizantes.....	60
Tabla 9. Estadísticos descriptivos y coeficientes estimados del análisis exploratorio de las variables pre-seleccionadas.	62

Lista de Apéndices

Apéndice 1. Clones recomendados para la zona montañosa Santandereana.	80
Apéndice 2. Cruzamientos de híbridos recomendados para la zona montañosa Santandereana..	80
Apéndice 3. Plagas comunes que afectan el cultivo de Cacao.....	80
Apéndice 4. Producción de cacao en el resto de países de América y el Caribe.	81
Apéndice 5. Formato de encuesta aplicada a agricultores.	81
Apéndice 6. Matriz de correlación de las variables seleccionadas para el análisis.....	86

Glosario

Cacao: Árbol tropical de copa densa, hojas perenne de color verde brillante, flores de color blanco rosado, concisamente insertadas sobre el tronco o las ramas viejas y fruto grande en forma de baya ovoide, de color rojo marrón; puede exceder los 8 metros de altura.

Clones: Tipo de cacao obtenido por multiplicación vegetativa de una sola planta por medio de estacas enraizadas o injertos. Para lograr altos rendimientos en cacao se recomienda el uso de material clonal.

Eficiencia Económica: Indicador que mide el desempeño de una actividad productiva respecto a la asignación y uso técnico y económico de los recursos, es decir, a la maximización de la utilidad, dada la tecnología.

Fedecacao: Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia es la entidad que representa y defiende los intereses de los cacaocultores en el país. Además de ser comercializadora del grano, también permite la constitución de Comités de productores en todas las regiones cacaoteras con el fin de fortalecer la organización.

Heterocedasticidad: problema econométrico en el cual la varianza del término del error aleatorio no es una constante para todos los valores de las variables independientes o implicatorias de un modelo de regresión. Por tanto, los estimados del error estándar de cada

variable independiente son sesgados e ineficientes, invalidando las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza.

Híbridos: Tipo de cacao resultante del cruzamiento sexual de dos árboles de cacao seleccionados buscando obtener ciertas características deseables como: mayores rendimientos en granos y frutos, tolerancia a plagas y enfermedades, adaptación a ciertas condiciones agroecológicas, y mejoras de calidad (aroma y sabor) entre otras.

Multilinealidad: Problema econométrico en el cual dos o más variables independientes en un análisis de regresión se encuentran altamente correlacionadas entre sí, haciendo difícil o imposible aislar sus efectos individuales sobre la variable dependiente.

Productividad: se refiere a la relación que existe entre la cantidad de producto obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción, dada la tecnología.

Resumen

Esta investigación se realizó con el propósito de medir y analizar la eficiencia económica de la producción de cacao en el municipio de Rionegro, Santander durante el 2013. Para tal efecto, se usó una muestra transversal de agricultores mediante la estimación de una función frontera de producción determinística y un modelo de regresión lineal multivariado, para una muestra de 55 agricultores de Fedecacao. Esto con el objetivo de medir la eficiencia económica de los cultivadores de cacao en el uso de sus recursos, las brechas de eficiencia entre agricultores, e identificar los factores que explican estas diferencias de eficiencia entre cultivadores.

El análisis de eficiencia muestra que las variables mano de obra familiar, mano de obra contratada y el nivel de fertilizantes orgánicos e inorgánicos empleados en la producción de cacao tienen un efecto positivo y significativo sobre la eficiencia económica. El indicador de eficiencia económica encontrado en el uso de estos recursos es bajo (43%); lo cual permite rechazar la hipótesis de que, en promedio, los productores de cacao de Rionegro son económicamente eficientes respecto a los cultivadores más eficientes en la producción.

El estudio encontró que el tamaño del cultivo de cacao en producción, la disponibilidad de mano de obra familiar y contratada, y el tamaño del cultivo en clones son los principales determinantes de la variabilidad de la eficiencia económica entre agricultores. Por tanto, se puede inferir que, para cerrar las brechas existentes en productividad, se necesita fortalecer el Programa de Transferencia de Tecnología actual de FEDECACAO en Rionegro a fin de acelerar la renovación de las plantaciones de cacao híbridos por clones de cacao. Sin embargo, para alcanzar este propósito se requiere cambiar la estrategia actual de acción del programa y enfocarla a promover los efectos multiplicadores en el esquema agricultor-agricultor como lo

sugiere un estudio reciente sobre difusión (Morantes, 2013) y adopción de tecnología (Torres, Rodríguez, & Ramirez, 2014) adelantado en ese municipio. Esto debido al bajo nivel promedio de rendimientos encontrado en el municipio y a la amplitud de las brechas de eficiencia estimadas.

Palabras claves: producción, eficiencia económica, rendimientos.

Introducción

Este trabajo de grado gravita alrededor de la actividad *Cacaotera* localizada en el territorio que integra el municipio de Rionegro, Santander. Su temática se centra en la producción de cacao y, como lo describe el título, se trata de una investigación para medir y analizar la eficiencia económica en la producción del subsector.

En primer lugar el estudio se encuadra dentro de la Ciencia Económica, pues está dirigido hacia el conocimiento de las relaciones de producción y de mercados de oferta y demanda del cacao que guían la asignación y uso de los recursos de tierra, capital, mano de obra y administración. Así mismo, la investigación se apoya en la Ciencia Estadística, con énfasis en los métodos de análisis multivariado los cuales enmarcan el diseño, recolección, procesamiento, análisis y presentación de los datos e información.

Actualmente, el cacao es considerado un rubro de gran importancia para el sector primario, concibiéndose a través del tiempo como una materia prima clave para la industria mundial, en especial la chocolatera, en el continente americano y europeo. Uno de los propósitos de los productores nacionales es incrementar la producción con el fin de exportar, dar valor agregado con el fin de fomentar la transformación o agro industrialización. Además, generar empleo y flujo permanente de ingresos para las familias cacaoteras. Por esta razón, en Colombia se requiere incentivar la producción agrícola y forestal, teniendo como objetivo principal, incrementar los ingresos para el agricultor. Pero esto se logra a partir de un mejoramiento en los rendimientos y en los procesos productivos, de tal manera que sean más eficientes y sostenibles.

De acuerdo a la metodología propuesta, se definen una serie de pasos a seguir, tales como: La primera sección del estudio, se revisa los conceptos teóricos de eficiencia y de

funciones frontera. En la segunda sección se exponen los principales métodos para medir eficiencia a partir de la estimación de funciones frontera. En la tercera sección se discuten los datos y el modelo empírico usado para estimar una función de ingresos brutos frontera de tipo determinístico a partir del cual se derivaron indicadores de eficiencia técnica, distributiva y económica en cacao. En la penúltima sección se analizan los resultados y en la última, se discuten las conclusiones e implicaciones del estudio.

1. Eficiencia Económica en la Producción de Cacao en Rionegro – Santander

1.1 Definición y Planteamiento del Problema

Uno de los problemas estructurales de la producción de cacao en Colombia es el bajo nivel de productividad por unidad de superficie cosechada o rendimientos por hectárea (Espinal, Martínez, & Ortiz, 2005). La productividad promedio nacional se ha mantenido relativamente constante en los últimos 25 años alrededor de 506 kg/ha-año de grano seco con un coeficiente de variación del 9,3% anual y con una tendencia de largo plazo ligeramente creciente del 1% anual (Figura 1). Este nivel de rendimientos es significativamente inferior al rendimiento promedio de países altamente competitivos en la producción y comercio de cacao y sus derivados como Malasia (1,200 kg/ha-año) e Indonesia (940 kg/ha-año) (Faostat, 2015). A su vez, este rendimiento equivale a una cuarta parte del rendimiento potencial en fincas de los nuevos clones de cacao establecidos en ambientes agroforestales los cuales son superiores a 2,000 kg/ha- año (Fedecacao, 2009)

Además del bajo nivel y estancamiento de la productividad en la Zona de Rionegro Santander, se ha encontrado brechas de productividad en el cultivo del cacao del orden de los 800 a 1200 kg/ha-año entre fincas y agricultores localizados en zonas relativamente homogéneas en términos agroecológicos (Pimiento & Paredes Vega, 2006); (Torres, Rodríguez, & Ramirez, 2014).

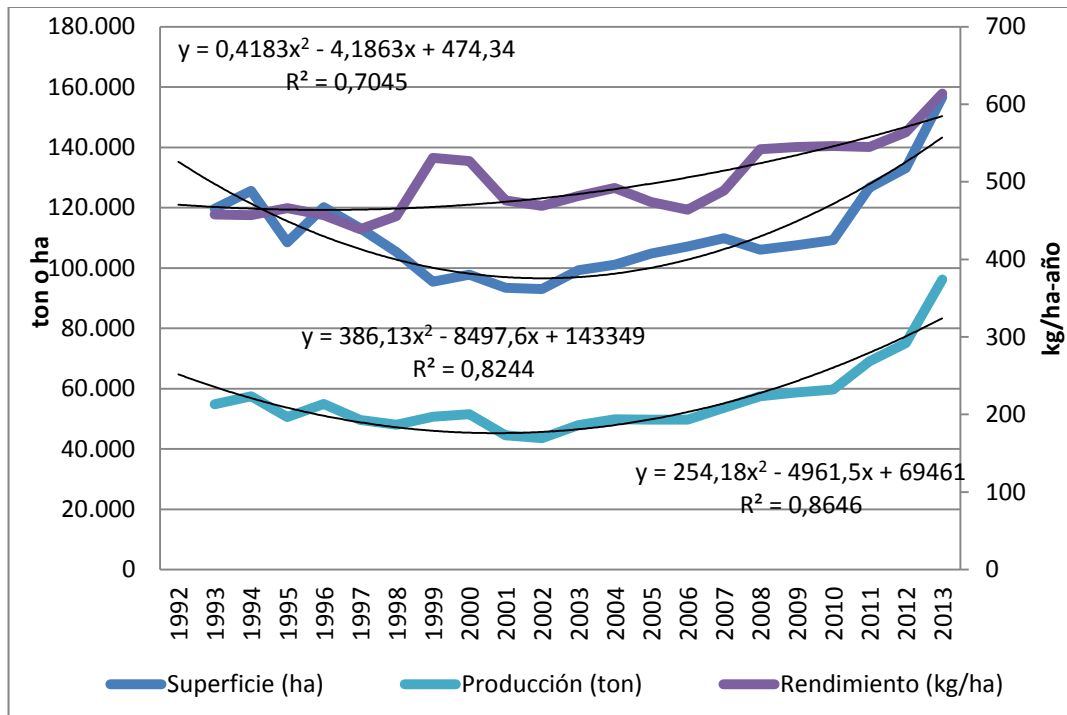


Figura 1. Evolución de la superficie cultivada, producción y rendimientos por hectárea de cacao en grano de Colombia. 1992-2013. Cálculos propios con datos del MADR (MADR, 2013)

Este resultado confirma la hipótesis de que en esta zona los agricultores difieren en su habilidad para usar la tecnología disponible, desarrollada por Fedecacao, Corpoica y la Industria Chocolatera, de manera más eficiente en términos económicos. Es decir, de aumentar la productividad al nivel logrado por los “mejores agricultores” de la zona (eficiencia técnica), reduciendo costos unitarios de producción usando los factores de producción en los niveles y combinaciones de los agricultores más competitivos (eficiencia distributiva) y por ende incrementado el nivel de ganancias y bienestar de la producción de cacao (eficiencia económica).

Diferentes estudios han documentado que, en situaciones como la descrita, es posible aumentar la productividad de la agricultura en el corto plazo de una manera efectiva en costos, simplemente cerrando las brechas existentes en rendimientos entre los agricultores, sin necesidad de hacer inversiones adicionales en nuevas tecnologías (Carmona & Pulver, 2010). Esto implica

lograr que los agricultores puedan hacer un mejor uso de la tecnología en oferta con el apoyo tecnológico o de programas de transferencia de tecnología más eficaces.

El presente estudio piloto representa un esfuerzo conjunto de investigación socioeconómica adelantado por la USTA y FEDECACAO durante el 2013. El propósito de esta investigación es medir el nivel de eficiencia productiva de los cultivadores de cacao y determinar los factores que generan brechas de eficiencia entre los mismos. De esta manera, se pretende probar la hipótesis de existencia de posibles ineficiencias económicas en la producción de cacao en el Municipio de Rionegro, Santander. La pregunta central de investigación es: *Cuál es el nivel de eficiencia económica y cuáles son los factores técnicos y socioeconómicos que afectan la eficiencia económica de la producción de cacao en el municipio de Rio Negro, Santander en el 2013?*

1.2 Justificación

El aumento de la producción y productividad del cacao es una necesidad social y una oportunidad económica para Colombia. Por una parte, el cultivo del cacao es la principal fuente de ocupación e ingresos para más de 35,000 familias y comunidades de agricultores de escasos recursos que producen cacao en esquemas de economía familiar o campesina (Fedecacao, 2013). Se estima que el cultivo genera cerca de 66,500 empleos directos anuales equivalentes a cerca de medio empleo por ha-año.

Por otra parte, el consumo aparente por persona de cacao aunque es relativamente bajo (1,2 kg/persona-año) comparado con el consumo promedio de países desarrollados (6,3 kg/persona-año), este ha venido creciendo en las últimas dos décadas a una tasa del 1,9% anual.

Este comportamiento lo explica la tasa de crecimiento de la población en un 84,8% (1,39% anual) y el crecimiento del ingreso y de otros factores en un 15,2% restante (0,55% anual). En contraste, la tasa de crecimiento de la producción interna se viene incrementando a una tasa del 1,8% anual apenas equivalente a la del consumo aparente¹. Esto viene generando un desbalance comercial de divisas para el país en la medida que la tasa de aumento de las importaciones ha sido del 13,5% anual más del doble la tasa de incremento de las exportaciones (6,1%) durante el período 1992-2012.

Es de resaltar que, el mayor consumo de chocolate de mesa en Colombia, se ubica en los estratos de población de ingresos medios y bajos. El nivel de consumo se asocia principalmente con la disponibilidad del producto y su precio (MADR, UN y CPCC, 2007). En un escenario de revaluación del dólar como el presente, se requiere mantener el precio interno del cacao bajo, a fin de no afectar la capacidad de compra de los consumidores menos favorecidos y su dieta alimentaria. Más aún cuando la elasticidad precio de la demanda por cacao y sus derivados en estratos de menores ingresos es moderadamente inelástica y se ha estimado en -0.65 . Es decir, que un aumento del precio del 10% causa una reducción del consumo del 6.5%.

El aumento de la productividad conlleva a una reducción del costo unitario de producción y a mayores ganancias y rentabilidad de las inversiones en el cultivo, se espera que, la identificación y reducción de los factores que actualmente favorecen la posible ineficiencia económica de la producción por los agricultores debe contribuir a aumentar la productividad actual y por ende la atractividad financiera del cultivo para los agricultores y, por tanto, conducir al aumento de la producción interna, empleo, e ingresos de los agricultores más pobres que son el

¹ La tasa de crecimiento de la producción la explica en un 34,5% la expansión de la superficie cosechada (0,61% anual) y el 65,5% restante, el incremento de la productividad (1,15%). Es decir, que en Colombia existe progreso tecnológico en el cultivo del cacao. No obstante, la productividad promedia es todavía muy baja comparada con la productividad potencial.

grueso de los cultivadores y a ahorrar o generar mayores divisas para el país. A su vez, el cierre de brechas de rendimientos entre cultivadores y zonas de producción debe bajar el costo unitario de producción y traducirse en una mayor disponibilidad, calidad y oferta a menores precios de los productos derivados del cacao para los consumidores principalmente los de menores ingresos en el mercado interno y externo.

Santander es el principal Departamento productor de cacao con una producción promedia de 24,388 toneladas registradas de cacao en grano equivalentes al 63% de la producción nacional registrada de cacao en el período 2008-2010² (MADR, 2013). En esta región se concentra la mayor cantidad de fincas dedicadas al cacao (47%) del país. De estas el 84% se ubica en el rango de 1 y 20 hectáreas (Pimiento & Paredes Vega, 2006). Es decir que, desde el punto de vista económico y social el cultivo del cacao es particularmente relevante en este Departamento ya que la mayoría de los agricultores son de escasos recursos.

Los efectos y beneficios económicos potenciales de aumentar la producción de cacao vía el mejoramiento de la productividad actual son significativos. El Programa de Transformación Productiva para el Cacao y sus derivados tiene como meta aumentar las exportaciones de cacao y sus derivados a US\$ 50 millones para el 2015. Las proyecciones de ICCO estiman que el precio futuro en el mercado internacional para el cacao en grano se mantendrá alrededor de US\$ 3,000/ton. Como se ilustra en el Cuadro 1, bajo este supuesto y teniendo en cuenta el costo promedio actual de producción de Colombia estimado en el rango de US\$ 2,000 a US\$ 3,700 por ha, Colombia necesita aumentar la productividad promedia en el rango de 250 a 800 kg/ha adicionales para ser competitivo a ese nivel de precios (Tabla 1).

² Las cifras de FEDECACAO y del MADR no coinciden ya que las primeras reflejan la producción registrada por el Fondo de Fomento Cacaotero mientras que las segundas son el resultado de las evaluaciones agropecuarias municipales del MADR, Secretarías de Agricultura, UMATAs y Convenio MADR-CCI.

Tabla 1. *Efecto del aumento de la productividad sobre el costo unitario de producción y la competitividad en finca del cultivo de cacao en Santander a precios del 2015.*

<i>Rendimiento Promedio (kg/ha)</i>	<i>Costo Total (US\$/ha)</i>		<i>Costo Unitario (US\$ ton)</i>	
	<i>Rango inferior</i>	<i>Rango superior</i>	<i>Rango inferior</i>	<i>Rango superior</i>
450	1,928	3,642	4,284	8,092
700			2,754	5,202
1000			1,928	3,642
1300			1,483	2,801

Fuente: Cálculos propios con datos de AGRONET (AGRONET, 2015) y de FEDESARROLLO. (FEDESARROLLO; IQUARTIL, MADR, 2013) . Tasa de Cambio: 1 US\$ = \$ 3,000

El aumento de la eficiencia debe abrir oportunidades para la intensificación y extensificación del cultivo. La reducción del costo unitario actual y el aumento de las ganancias y rentabilidad del cultivo debe incentivar la intensificación del cultivo en las áreas actualmente sembradas, así como viabilizar la ampliación de la superficie sembrada en nuevas áreas dentro de las fincas o en nuevas zonas de producción. Si bien sólo cerca del 20% de la superficie de las fincas actualmente se dedica al cultivo, las posibilidades de expansión horizontal del cacao son muy altas ya que la mayor parte (63%) de los suelos de estos predios se encuentran subutilizados en pasturas y rastrojos (Torres, Rodríguez, & Ramirez, 2014).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Medir el nivel y los factores que promueven la eficiencia económica de la producción de cacao en el municipio de Rio Negro, Santander, usando una muestra transversal de agricultores

mediante la estimación de una función frontera de producción determinística y un modelo de regresión lineal multivariado.

1.3.2 Objetivos específicos.

- a.** Estimar una función frontera determinística para medir la eficiencia técnica, distributiva y económica en la producción de cacao a nivel de: la zona, fincas y recursos productivos individuales.
- b.** Identificar los posibles factores de tipo sociodemográfico, técnico y económicos que contribuyen a explicar la ineficiencia económica de la producción de cacao en la zona.
- c.** Analizar las implicaciones técnicas y socioeconómicas de los resultados con énfasis en los programas de transferencia de nueva tecnología en el cultivo y para los programas de desarrollo rural integrales.

2. Marco Referencial

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Origen e historia del cacao.

El cacao, desde hace 2000 años aproximadamente, hace parte de los deleites del ser humano y, es parte importante de la economía de los pueblos del mundo. Inicialmente se conoce como la fuente de alimento y riqueza para tribus indígenas como es el caso de los Mayas y Aztecas ubicados en el continente Centroamericano y a partir del descubrimiento de América se consume como alimento o manjar, a manera de chocolate en todo el mundo, conociéndose como “Perla carmelita de los paladares” (Pinzón Useche, Rojas Ardila, Rojas, & Ramírez, 2009) .

La especie vegetal cacao, señalada en términos científicos como *Theobroma cacao L.* por el botánico Lineo, quien la catalogó así, siendo esta planta originaria del trópico de América y su nombre científico procede del griego “*Theos*” que significa “Dios” y “*Broma*” que significa “alimento”. *Theobroma* se ha dividido en veinte y dos especies de que T. el cacao es la más conocida.

Cristóbal Colón, la primera persona ajena en beber chocolate, quien llegó a Nicaragua en 1502 en busca de una ruta marítima a las especias de Oriente. Pero fue Hernán Cortés, líder de una expedición en 1519 al imperio azteca, que regresó a España en 1528 que lleva la receta azteca para xocoatl (bebida de chocolate) con él. La bebida fue originalmente acogida sin entusiasmo y no fue hasta que se añada azúcar que se concibió como una bebida popular en los tribunales españoles (ICCO, 2013).

Según referencias históricas el cultivo de cacao en Colombia se da desde la época de la colonia, y desde entonces se constituye como un grano de tipo exportación y de hecho esta actividad se dio hasta 1920, cuando dejó de serlo. Con los años, volvió a comercializarse a mediados de la década del 80, pero una vez más este paso importante se estancó. Hoy por hoy, se presenta un déficit para satisfacer la demanda interna de la industria chocolatera (Pinzón Useche R. A., 2009).

En términos generales, en el país se constituyen cuatro zonas agroecológicas del cultivo en las que se clasificaron los pisos térmicos de Colombia, como son: Valle Interandino Seco (Huila, Cesar, Cauca, Guajira, Magdalena, Sur del Tolima), Montaña Santandereana (Rionegro, El Playón, Landázuri, El Carmen, San Vicente de Chucurí, Región de Carare Opón), Zona Marginal Baja Cafetera (El Gran Caldas, Norte del Tolima, Suroeste Antioqueño, Nororiente Caldense, Occidente de Cundinamarca) y Bosque Húmedo Tropical (Uraba, Arauca, Caquetá, Putumayo, Catatumbo, Bajo Cauca) (Mojica Pimiento & Paredes Vega, 2006).

Actualmente, el cacao es considerado un rubro de gran importancia para el sector primario, concibiéndose a través del tiempo como una materia prima clave para la industria mundial, en especial la chocolatera, en el continente americano y europeo.

Inicialmente, Colombia se diferenció por su alta calidad del grano, que siendo de tipo criollo logró ser distinguido por su finura, delicado sabor y aroma; pero gracias a la introducción de tipos ordinarios e híbridos, se dieron cambios en la calidad, que sin embargo, siguen teniendo un amplio reconocimiento por la industria chocolatera. Colombia por ser un país tropical y estar situado sobre la línea ecuatorial, presenta condiciones incomparables para la siembra de cacao.

El cultivo de cacao presenta múltiples características, dentro de las cuales se prioriza la demanda de mano de obra, que en muchos casos es de tipo familiar y en algunas oportunidades

se contratan jornales o mano de obra especializada para realizar ciertas actividades claves para el desarrollo del cultivo, tales como la enjertación, las podas o la cosecha. Esta característica hace que sea un importante creador de empleo tanto directo como indirecto; pues se calcula que en la fase de manejo y sostenimiento por cada tres hectáreas de cacao se genera un empleo rural permanente (Pinzón Useche, Rojas Ardila, Rojas, & Ramírez, 2013).

Por esta razón, este cultivo se considera como un importante dinamizador de la economía, es especial la de las regiones donde se desarrollan proyectos cacaoteros porque genera beneficios sociales, mejores condiciones a nivel del manejo de las fincas, fácil mercadeo, el arraigo de los agricultores a sus tierras y protección del medio ambiente, haciendo del cultivo una alternativa para el desarrollo de las comunidades rurales en Colombia.

2.1.2 Categorías de cacao en grano.

El mercado mundial del cacao distingue dos grandes categorías de los granos de cacao: los granos de cacao "fino o de aroma", y "mayor" o granos de cacao "ordinarios". Como una generalización, los granos de cacao fino o de aroma se producen a partir de variedades de cacao con árboles criollos o Trinitario, mientras que los granos de cacao a granel provienen de árboles Forastero (ICCO, 2013).

Los tipos de cacao Criollos dominaron el mercado hasta mediados del siglo XVIII, pero en la actualidad sólo unos pocos árboles puros criollos permanecen en medio de los cultivos.

Por el contrario, los Forasteros es un grupo grande que mantiene cultivos, semi-salvaje y las poblaciones silvestres de las cuales las poblaciones Amelonado son los más ampliamente plantadas. Grandes áreas de Brasil y África occidental se plantan con Amelonado. Variedades

Amelonado incluyen Comum en Brasil, África Occidental Amelonado en África, Cacao Nacional en Ecuador y Matina o Ceylan en Costa Rica y México. Recientemente grandes plantaciones de todo el mundo han utilizado híbridos en el Alto Amazonas.

Las poblaciones de Trinitario se considera que pertenecen a la Forasteros, a pesar de que son descendientes de un cruce entre Criollo y Forastero. Las plantaciones Trinitario son procedentes de Trinidad, se extendió a Venezuela y luego a Ecuador, Camerún, Samoa, Sri Lanka, Java y Papua Nueva Guinea (ICCO, 2013).

En la actualidad, un aspecto relevante a la hora de cultivar cacao son los tipos de granos existentes, partiendo de las exigencias del mercado la hora de competir. Por esta razón, el agricultor debe tener un conocimiento previo respecto a lo que va a cultivar, ya que de ahí depende y se define la calidad del grano. A su vez, los tipos de cacao también presentan diferencias en el comportamiento agronómico de sus plantaciones, su precocidad, su tolerancia a plagas y enfermedades, que en gran medida se encuentran relacionadas con los rendimientos, ya que una decisión equivocada se puede ver reflejada en el proceso final y puede significar problemas para la comercialización del grano.

2.1.3 Situación socioeconómica del cacao.

A continuación, se presentan las cifras estadísticas que describen el comportamiento de la actividad cacaotera durante el año 2013 en el ámbito internacional y nacional, con el fin de dar una breve mirada al sector a nivel económico y la importancia que genera en la región, en especial para Rionegro, la zona de estudio.

2.1.3.1 Situación global del cacao.

En el periodo comprendido entre los años 2012-2013, se evidenció un déficit de 160,000 toneladas, casi 110,000 toneladas más de lo que se había considerado para los inicios de la temporada (52,000). La producción mundial total de cacao tuvo una decadencia de 150,000 toneladas, dando un total de 3, 931,000 toneladas (Mundial, 2014).

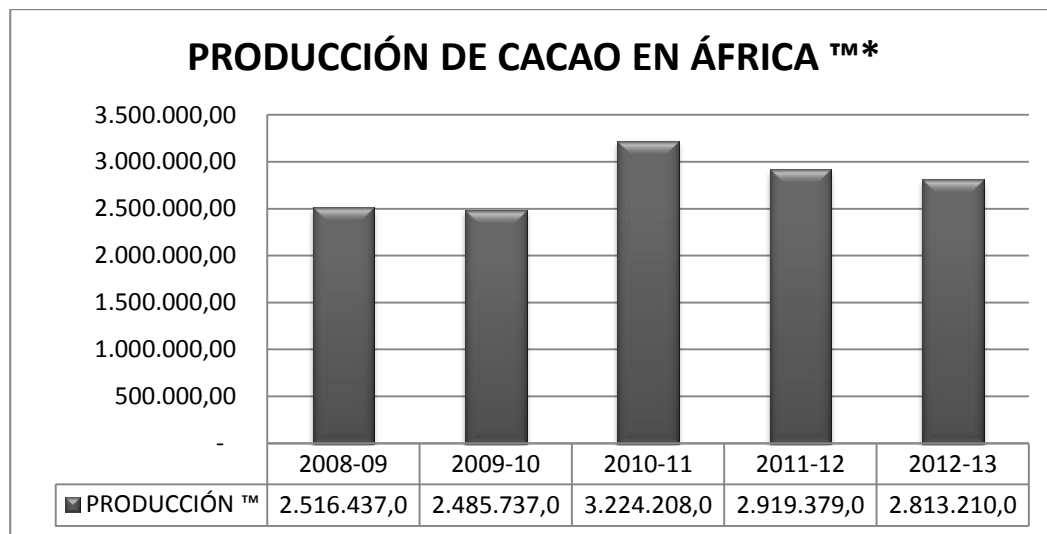


Figura 2. Producción de cacao en África. * TM (Toneladas Métricas) Basado en Cifras del Banco Mundial, 2014.

En términos de participación en la producción mundial total, África sigue siendo la región con mayor producción de cacao, con más del 71% de la producción mundial en 2012/2013. De igual forma las cuotas de las Américas y de Asia y Oceanía se sitúan en el 16% y el 13%, respectivamente (ICCO, 2014).

Como se puede evidenciar en el Figura 2 y 3, se presenta un déficit en la producción de regiones que son consideradas como productores principales del cultivo de cacao. Actualmente, no se demuestran incrementos significativos en la productividad, por esta razón es difícil suplir la demanda de cacao en el mundo.

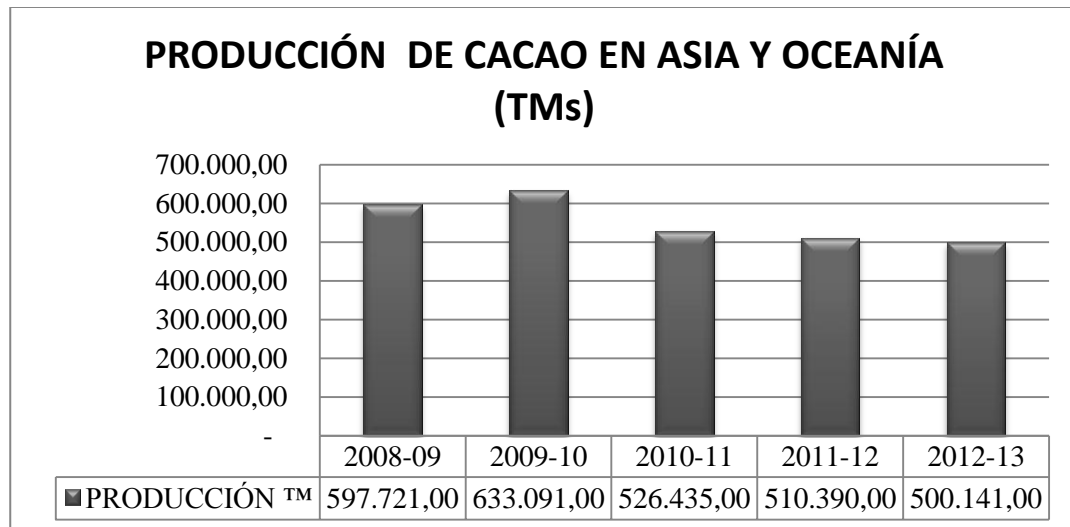


Figura 3. Producción de Asia y Oceanía. * TM (Toneladas Métricas). Basado en Cifras del Banco Mundial, 2014

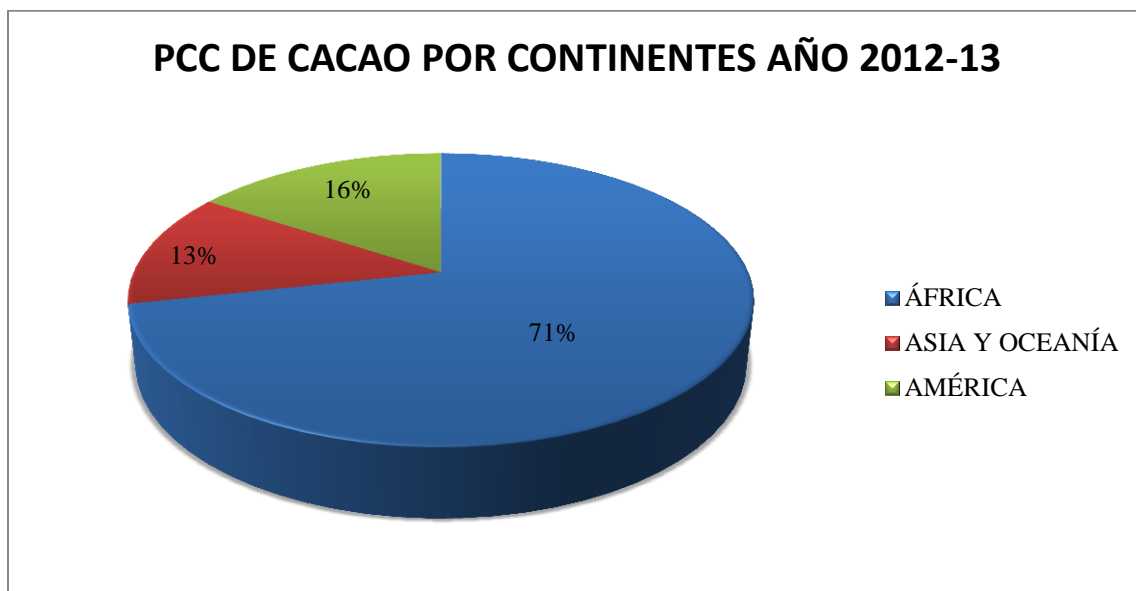


Figura 4. Producción de cacao por continentes año cacaotero 2012/13. Basado en Cifras del Banco Mundial, 2014

2.1.3.2 Demanda y oferta mundial del cacao.

La demanda mundial de cacao y manteca de cacao es estimulado por el mercado mundial de productos de confitería de chocolate. A pesar de la recesión económica mundial después de

haber tenido un impacto negativo en el mercado de confitería de chocolate en el año finalizado el 30 de septiembre de 2009 (la molienda bajó 4.4 por ciento a 3.5 millones de toneladas) la demanda anual de cacao despuntó el pico del 2008 en el año 2011 y se situó en aproximadamente 4.0 millones de toneladas en el año 2013. Los directivos de la organización internacional del cacao consideran que los factores de la demanda con respecto al cacao son alentadores en el actual clima económico, particularmente en Asia, debido a la presión para el suministro y la capacidad de producción de los productores existentes, lo cual crea un entorno comercial muy prometedor para el Grupo.

La demanda mundial, representada por las moliendas indagados por la ICCO, ha pasado de 1.0 millón de toneladas a un estimado de 4.3 millones de toneladas durante el período 1961 - 2014, una tasa compuesta anual del 2.7 por ciento. El uso de productos de confitería de chocolate está fuertemente ligada a los ingresos per cápita, con una respuesta más elástica demostrada en los países de menores ingresos. Con el ingreso per cápita ahora indicando crecimiento en las economías avanzadas del mundo y los ingresos per cápita en los mercados emergentes siguen creciendo, sobre todo en Asia, África y Europa del Este, los Directores consideran que los fundamentos de la demanda de cacao son muy confortadores (ICCO, 2015).

Tras dos años consecutivos de superávit de la oferta en el cultivo de cacao, se registró en el periodo 2012/2013 un notable déficit, estimado por la secretaría de la ICCO en 160.000 toneladas (ICCO, 2014).

2.1.3.3 Situación cacaotera de la región.

La producción en América, sobretodo en el sur, evidencia un crecimiento sostenido y constante en el tiempo gracias a la inversión en proyectos agrícolas a gran escala, teniendo en cuenta los

precios altos de los últimos años; las plantaciones jóvenes están produciendo mayores rendimientos; entidades de diversa índole incentivan la inversión en la sustitución de plantaciones viejas y de esta manera se logra un aumento significativo en los ingresos de los pequeños productores.

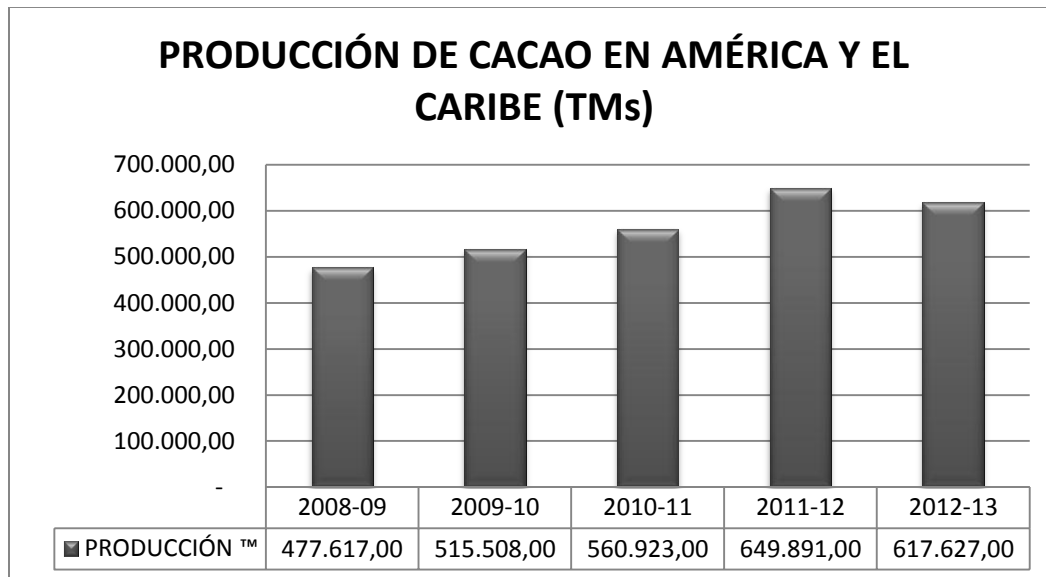


Figura 5. Producción de cacao en América. * TM (Toneladas Métricas). Basado en Cifras del Banco Mundial, 2014

La producción durante el periodo cacaotero 2012-2013 alcanzó las 617,627 toneladas métricas, cuyo incremento más significativo se presentó en Ecuador con aproximadamente 200,000 toneladas métricas de cacao anuales. La producción de Brasil registra 182,000 TM anuales, con un incremento del 5%. Seguido de Perú con 64,000 y Colombia, con 42,000 TM, presentando incrementos del 8% y 22% anuales (Mundial, 2014).

Otros países de la región, aportan aunque en menor proporción, como es el caso de México y Venezuela con producción para el 2013 en 25,000 y 23,000 toneladas métricas. Como se evidencia en la Apéndice 4, son menores cantidades producidas de cacao, pero algunos de

estos países son considerados productores de cacao con fino aroma, aunque con una baja productividad.

2.1.3.4 Situación nacional del cacao.

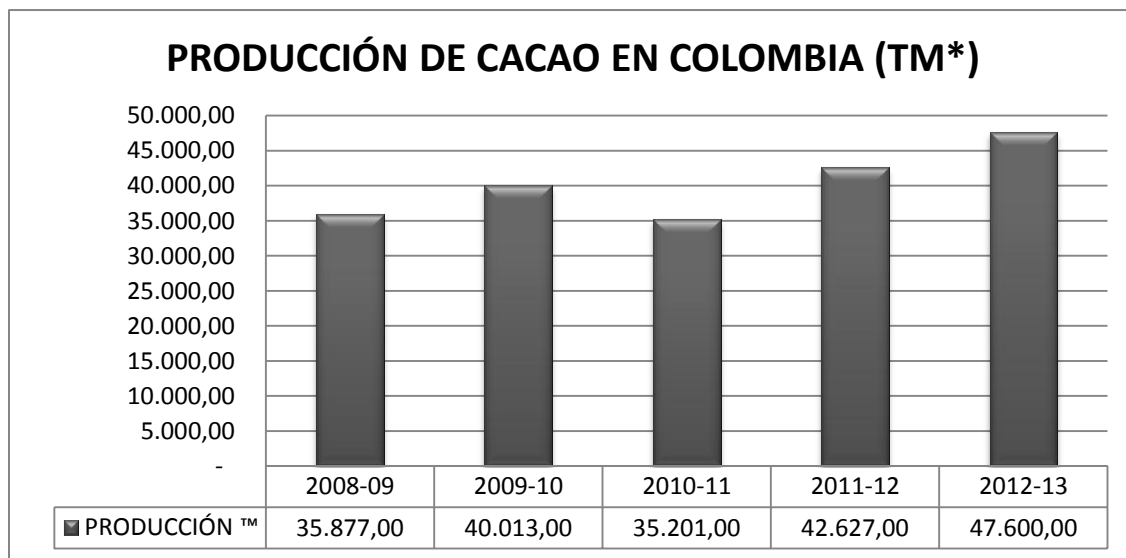


Figura 6. Producción de cacao en Colombia. *TM (Toneladas Métricas). Basado en Cifras de Fedecacao, 2013.

A diciembre del 2013 con un volumen comercializado cercano a las 50.000 toneladas de cacao en grano, lo que representa la mayor producción de cacao en Colombia en lo que va corrido del siglo 21. Con una producción cercana a las 50.000 toneladas de cacao en Colombia para el 2013, el mercado interno llega al equilibrio entre la oferta y la demanda, lo que supone dos cambios que deberán enfrentar los productores y sus organizaciones, de un lado una mayor presión por calidad al momento de las transacciones de venta a la industria nacional y la necesidad de búsqueda de mercados externos y la posibilidad de entrar a ellos, lo que sin duda significa mucho para el mercado y los cacaoteros colombianos (Soto J. F., 2013).

El repunte del precio interno y el subsidio aprobado a la producción de cacao han generado expectativas positivas en los productores y sus organizaciones, lo que ha hecho que la producción llegue a su punto más alto para el año 2013, respecto a los años anteriores (Soto, 2013).

2.1.3.5 Santander y Rionegro

El departamento de Santander es el mayor productor de cacao en Colombia, pues del total de la producción nacional, el poblado santandereano aportó en promedio 19.000 toneladas para el año 2013 (Almario, 2013). El departamento sigue siendo líder en la producción de cacao.

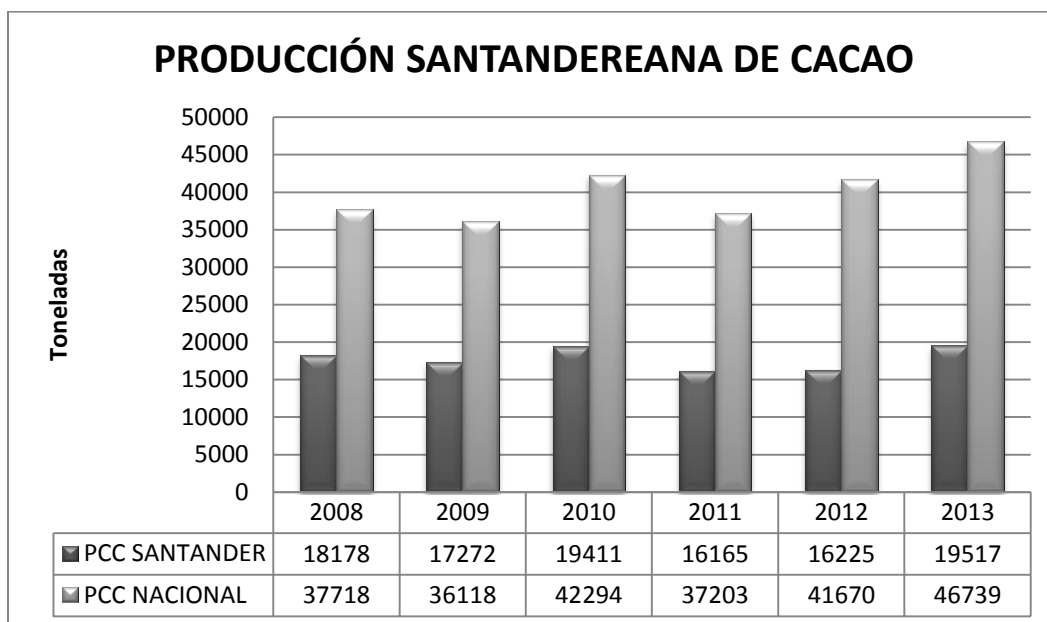


Figura 7. Producción Santandereana de Cacao. Basado en cálculos de la Federación Nacional de Cacaoteros, 2014.

San Vicente de Chucurí es uno de los municipios que más aportan a la producción departamental de cacao. Alrededor de 120 familias se benefician con la producción de 23 fincas

cacaoteras con un total de 11.000 toneladas sembradas en el municipio. Con el plan de renovación con Rainforest Alliance, se encuentran en proceso de recuperación 360 hectáreas de cultivo (Isaza, 2013).

La crisis de los cacaoteros se origina en el envejecimiento del 80 % de las plantaciones, y, como parte de las acciones para resolverla, es importante renovar los cultivos en el departamento y el gobierno es un agente significativo en este proceso. Por tal razón, en el año 2013, en compañía con el gobierno suizo firmaron se firmó un convenio con la ONG Swisscontact para la exportación de 600 toneladas de cacao fino de El Carmen de Chucurí, y fueron preseleccionadas 600 toneladas adicionales de San Vicente de Chucurí para el mismo propósito (Almarino, 2014).

Rionegro, es el municipio seleccionado para realizar el estudio con el fin de medir y analizar la eficiencia económica en el cultivo de cacao en el año 2013, ya que tiene gran influencia en los aportes en cultivo de cacao, no solo al departamento, sino también al país. La economía del municipio está basada en la agricultura y la ganadería y, cuenta con una ubicación estratégica dentro del departamento.

Las fincas cacaoteras de este municipio poseen grandes ventajas frente a los municipios de Landázuri, El Carmen y San Vicente por la cobertura vial y la dotación de servicios públicos como energía y acueductos veredales, así como por su cercanía a centros importantes de consumo, lo que hace de Rionegro un atractivo de gran importancia para Santander y lo que representa en los cultivos de cacao.

En el municipio se destacan las pequeñas y medianas explotaciones de cacao, con un promedio de 6,12 hectáreas, manejadas en su gran mayoría por los propietarios directamente.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Modelo de Producción Frontera.

El concepto de eficiencia nació junto al término “economía”. La definición etimológica de “administración de la casa” originaria de la antigua Grecia, surgió de la necesidad de establecer estándares para la asignación y uso óptimo de los recursos escasos entre los diferentes productos y servicios alternativos. Este es el problema esencial a resolver en economía (Romeu Yanes & Rodríguez Treto, 2008).

Aunque es probable que el concepto se haya discutido muchos años antes, se puede decir que la teoría clásica de Vilfredo Pareto (1909) ha sido la base para entender y desarrollar el concepto de eficiencia. Dicho autor, estableció que, debe existir eficiencia productiva y eficiencia de consumo, teniendo en cuenta que en la economía siempre existen agentes económicos como demandantes (consumidores) y oferentes (productores); además, hay escasez de recursos productivos (tierra, capital y mano de obra). Por tanto, el nivel y valor de la producción dependen de la dotación de estos recursos, la tecnología (productividad) y la relación de precios entre los productos y los insumos. Así mismo, el nivel y valor (utilidad o satisfacción) del consumo dependen del nivel de ingreso disponible del consumidor y de la relación de precios entre los bienes y servicios a consumir (Torres C. , 2012).

De acuerdo a la teoría de Pareto dadas estas condiciones, no existe una manera para aumentar la cantidad producida de bienes y servicios sin disminuir la producción de otros bienes y servicios. Igualmente sucede con la eficiencia de consumo, es necesario que un individuo disminuya su posición de satisfacción para que aumente la de otro.

Las agendas económicas de la mayoría de países están de acuerdo en que altos niveles de productividad y eficiencia son metas deseables para una economía. Por tanto, es importante definir y medir estas metas usando enfoques que respeten la teoría económica y generen información útil para los administradores de empresas y formuladores de política. Entre los diferentes métodos de medición los basados en el concepto de funciones de producción frontera son los más aceptados mundialmente por que se basan en los axiomas de la teoría clásica de la producción y facilitan la operacionalización del concepto de eficiencia productiva y de productividad total de factores PTF.

Koopmans fue el primer economista en definir, a inicios de la década de 1950, la eficiencia técnica como la capacidad de una empresa de maximizar el producto dado los insumos o recursos. Sin embargo, el concepto de eficiencia productiva fue operacionalizado por M.J Farrell en 1957, al desarrollar el concepto de función frontera como estándar de eficiencia y sugirió un método para medir la eficiencia productiva. Al efecto, Farrell definió los conceptos de eficiencia técnica, eficiencia distributiva o de precios y eficiencia económica. Además ideó el marco analítico para su medición, el cual se sintetiza en la Figura 8 (Farrell, 1957).

La función de producción frontera se define como el locus de niveles máximos de producto posibles de obtener dados los niveles de recursos y la tecnología. La eficiencia técnica de una unidad productiva puede definirse de dos maneras: a) por el *método del ahorro de recursos*, el cual es la razón entre el nivel técnico mínimo de uso del recurso y el nivel actual de uso del recurso para obtener un nivel dado de producto; y b) por el *método del producto creciente* el cual es la razón entre el nivel actual de producto y el nivel técnico máximo de producto posible de lograr para una combinación dada de recursos. Farrell propuso usar una isocuanta de producto unitario no paramétrica (estimada mediante programación lineal) para

calcular un índice de eficiencia de la unidad productiva individual usando el método de ahorro de recursos y asumiendo un ambiente determinístico y retornos constantes a escala (RCE).

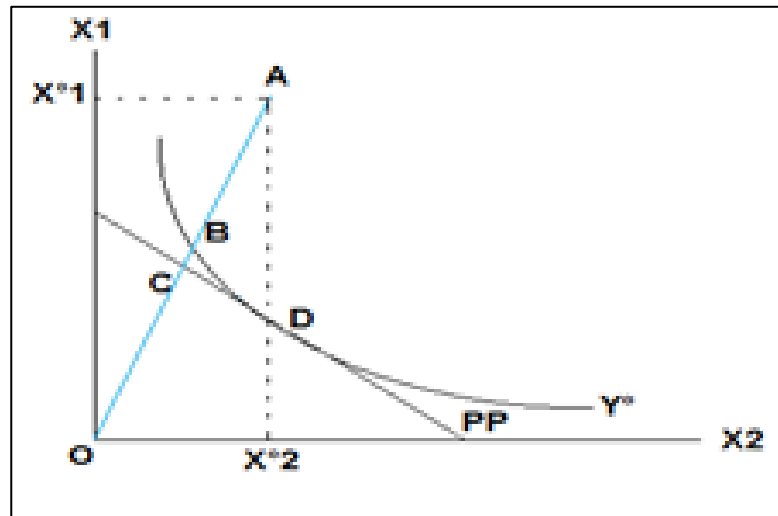


Figura 8. Modelo de Eficiencia Económica de Farrell. Tomado de Ramírez (Ramírez, 2013)

Se asume que el proceso de producción de cacao usa sólo dos recursos como se observa en la Figura 8. La isocuanta Y^0 representa las distintas combinaciones de los recursos X_1 y X_2 que una empresa técnicamente eficiente debe usar para producir una cantidad de cacao igual a Y^0 . Por tanto, sólo las empresas cacaoteras que se ubican sobre la isocuanta son técnicamente eficientes en el uso de los recursos X_1 y X_2 . Asuma dos empresas que producen la cantidad de cacao Y^0 en los puntos A y B , respectivamente. Ambas usan diferentes cantidades de recursos X_1 y X_2 pero las aplican en la misma proporción, como lo refleja el rayo OA . La empresa que produce Y^0 en el punto A utilizando X°_1 y X°_2 cantidades de los recursos es ineficiente desde el punto de vista técnico. En contraste la empresa que produce Y^0 en el punto B es eficiente técnicamente. De acuerdo con Farrell, el índice de eficiencia técnica está dada por la razón OA/OB . La firma que produce cacao en el punto B tiene un índice de eficiencia de 1 (OB/OB) y usa sólo una fracción de los recursos X_1 y X_2 que emplea la empresa ubicada en el punto A .

Farrell también conceptualizó la eficiencia distributiva con la ayuda de la línea de presupuestos PP en la Figura 1, cuya pendiente es igual a la relación de precios de los recursos X_1 y X_2 . La empresa que produce Y^0 en el punto D usa la combinación óptima de recursos para producir el nivel de producto Y^0 . Sin embargo, los costos de producción de la empresa en D son sólo una fracción OC/OB de los costos de la empresa en B. Farrell definió esta razón como el índice de eficiencia distributiva de las empresas en B y en A. Esto debido a que la empresa en A puede ubicarse en el punto B también, si todos los factores que causan la ineficiencia técnica se pueden eliminar. Por consiguiente, todas las empresas que se ubiquen en todos los puntos factibles a lo largo del rayo OA tienen el mismo índice de eficiencia.

Aún más, si la empresa en A se volviera técnica y distributivamente eficiente su costo de producción sería una fracción OC/OB de su costo actual. Farrell definió esta razón como la eficiencia económica de la empresa en A. Bajo el supuesto de RCE la eficiencia económica de la empresa en A en la producción de cacao es igual al producto de la eficiencia técnica (OB/OA) y la eficiencia distributiva (OC/OB). Esto es OC/OB (Mankiw & Rabasco, 2007); (Sarmiento Lotero & Castellanos, 2008); (Ramirez, 2013).

2.2.2 Modelo de función de producción frontera determinística.

A partir de Farrell se desarrollaron dos tipos de modelos frontera: paramétricos y no paramétricos. Los primeros estiman la función frontera usando técnicas econométricas. En este caso, los datos sobre las empresas se ajustan a “una forma algebraica funcional específica para estimar los parámetros de la relación: $Y = f(X)$ donde (Y) es un vector de producto(s) y (X) es un vector de recursos productivos” (Ramirez, 2013). Los modelos no paramétricos utilizan técnicas

de programación matemática. Estos modelos han sido criticados por su sensibilidad a valores extremos y la dificultad inherente de no permitir hacer inferencias estadísticas y probar hipótesis sobre las propiedades de los estimadores de eficiencia (Sarmiento Lotero & Castellanos, 2008); (Arieu, 2005).

A su vez, los modelos paramétricos se clasifican en estocásticos y determinísticos. En los modelos estocásticos el término del error se asume que es compuesto. Es decir, está constituido por un componente normal simétrico que captura la influencia de los efectos aleatorios (factores fuera de control de las empresas y los errores de medición o ruido estadístico propios del proceso de toda estimación). El segundo componente sigue una distribución truncada y captura la influencia de la ineficiencia técnica relativa a la frontera estocástica. En contraste, para la estimación de los modelos determinísticos el supuesto es que, cualquier desviación que exista entre las observaciones y la frontera se debe a ineficiencia técnica.

La especificación general de la función de producción frontera determinística toma la forma:

$$Y = g(X; \beta) \text{Exp}(\varepsilon).$$

Expresada en términos de una función algebraica Cobb-Douglas doble logarítmica esta especificación se transforma como:

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \sum \beta_i \ln X + \varepsilon \quad \text{donde: } \varepsilon \leq 0. \text{ Por tanto, } 0 \leq \text{Exp}(\varepsilon) \leq \infty \quad (1)$$

En consecuencia, el índice de eficiencia técnica resultante de una empresa medido por el método de producto creciente se puede escribir como: $\text{Exp}(\varepsilon) = Y / g(X; \beta)$. La función de producción frontera más eficiente es $g(X; \beta)$ la cual limita el conjunto de todas las observaciones

de Y a caer en ella o por debajo de la función frontera. El término de error ε tiene una distribución truncada a través de todas las empresas en la población. Algunas de las especificaciones del error más usadas en la literatura son: normal truncada, exponencial y gamma.

La estimación de la función frontera determinística (1) es apropiada bajo el supuesto de que la empresa maximiza ganancias (Zellner, Kmenta, & Dreze, 1966). Su estimación por el método de mínimos cuadrados ordinarios MCO rinde estimadores insesgados de todos los parámetros con excepción del intercepto cuyo estimador es sesgado hacia abajo. El método de máxima verosimilitud también se puede aplicar. Sin embargo, un problema severo asociado con la frontera de producción determinística es que el rango de la variable dependiente, está asociado a los parámetros β_i . Según Schmidt, esto viola una de las condiciones de regularidad que se invocan para demostrar que los estimadores por máxima verosimilitud son consistentes y asintóticamente eficientes (Schmidt, 1976).

Para corregir los problemas de estimación del intercepto, Afriat, Richmond y Greene desarrollaron varios métodos de estimación alternativos conocidos como mínimos cuadrados ordinarios corregidos (MCOC). Afriat y Richmond propusieron un método de corrección basado en el supuesto de que (ε) sigue una distribución truncada tipo gamma forzando al término de error (ε) a ser positivo y estimó los parámetros de la función usando mínimos cuadrados ordinarios MCO, llamando a esta técnica mínimos cuadrados corregidos MCCO. Esta técnica también se conoce como mínimos cuadrados ordinarios corregidos por translación de la media (Afriat, 1972); (Richmond, 1974).

A su vez Greene (1980) asumió que la media de (ε) es (μ) Entonces el modelo (1) puede reescribirse como (Greene, 1980) :

$$\ln Y = \ln (\beta_0 - \mu) + \sum \beta_i \ln X_i + (\varepsilon - \mu)$$

Dónde: la media del nuevo término del error ($\varepsilon - \mu$) es cero (0). En este caso, el error cumple todas las condiciones regulares, excepto el criterio de normalidad. Por tanto, el modelo puede estimarse por MCOC para obtener los mejores estimadores insesgados de $(\beta_0 - \mu)$ y de los (β_i) .

El principal tema de discusión en la estimación econométrica de funciones frontera determinísticas ha sido si las diferencias en eficiencia entre empresas siguen una distribución explícita o no. Green demostró que si el término (ε) se distribuye en forma idéntica e independiente con media positiva y varianza conocida, la frontera puede ser estimada estadísticamente bien por mínimos cuadrados ordinarios corregidos (MCOC) o por máxima verosimilitud (MVS). La estimación por MCOC tiene la ventaja de que no requiere hacer explícita una forma de distribución del error mientras que la técnica de máxima verosimilitud requiere especificar dicha distribución. La mayor ventaja de usar una función frontera estimada estadísticamente por ambos métodos econométricos es que se conocen las propiedades estadísticas de los estimadores de eficiencia. Sin embargo, el problema de atribuir todas las desviaciones de las empresas respecto a su frontera como debidas a ineficiencia técnica en los modelos determinísticos permanece sin resolver en ambos métodos: MCOC y MVS (Ramirez, 2013).

Las aplicaciones empíricas en la literatura sobre eficiencia productiva de las empresas e industrias de la agricultura son muy abundantes (Alvarez, 2001); (Bravo-Ureta & Pinheiro, 1993). Sin embargo, los análisis de eficiencia económica en general, y en particular en el cultivo

del cacao, son muy escasas a nivel mundial e inexistente en Colombia. En efecto no se encontraron estudios de eficiencia publicados en el cultivo de cacao colombiano.

La mayoría de la literatura sobre eficiencia en cacao se ubica en los países productores del centro-occidente del Sub-Sahara Africano como: Ghana (Ofori-Bah & Asafu-Adjace, 2011); (Binam, Gockowski, & Nkamleu, 2012); (Aneani, Anchirinah, Asamoah, & Owusu-Ansah, 2011); (Dzene, 2010); (Kyei, Foli, & Ankoh, 2011); y Nigeria (Amos, 2007); (Agom, Ohen, Itam, & Inyang, 2012); (Alabi & Osifo, 2005); (Nkamleu, Nyemeck, & Gockowski, 2010); (Ogunjobi, 1999). Sólo se encontró un estudio para Papua Nueva Guinea (Gimbal, Batesse, & Fleming, 1995) y otro para Australia (Fleming & Lummani, 2001).

La revisión de estos estudios permite establecer que en su totalidad el marco analítico usado ha sido el paramétrico de Funciones Frontera Estocásticas. No se hallaron análisis de Funciones Frontera Determinísticas, ni análisis no paramétricos tipo Análisis Envolvente de Datos. Igualmente, la naturaleza de los análisis se centra sólo en la medición y explicación de la eficiencia técnica en la producción de cacao. Esto es sorprendente ya que las investigaciones son relativamente recientes. El marcado interés de Ghana y Nigeria por los análisis de eficiencia técnica se atribuye a la importancia socioeconómica de la producción y comercio del cacao para la economía de estos países, en razón a su alta contribución al PIB nacional, generación de divisas, empleo e ingresos para la población.

Las aplicaciones empíricas en la literatura sobre eficiencia productiva de las empresas e industrias de la agricultura son muy abundantes (Alvarez, 2001); (Bravo-Ureta & Pinheiro, 1993). Sin embargo, los análisis de eficiencia económica en general, y en particular en el cultivo del cacao, son muy escasas a nivel mundial e inexistente en Colombia. La mayoría de los análisis se han realizado en los países productores de cacao del centro-occidente del Sub-Sahara Africano

como: Ghana, Nigeria, y Camerún. Esto se atribuye a la importancia socioeconómica de la agricultura en la economía de estos países, dentro de la cual la producción de cacao aporta una alta proporción al PIB nacional, generación de divisas, empleo e ingresos para la población.

3. Marco Metodológico

Para el desarrollo de este estudio se siguieron los pasos metodológicos estándar para la investigación de problemas en socio-economía usando información primaria, esto es: selección del área de estudio, diseño del modelo de eficiencia económica, diseño del modelo explicatorio, diseño de muestra, diseño del instrumento de recolección de información, captura de datos en las fincas de los agricultores, procesamiento y análisis de resultados. En este sentido, el trabajo es una investigación adaptativa ya que emplea conceptos y métodos analíticos conocidos para generar datos e información útil para apoyar decisiones de política para mejorar la productividad y competitividad del cacao a nivel de fincas.

La duración del estudio fue de 11 meses cronológicamente distribuidos así:

1. Formulación y planteamiento del anteproyecto (febrero a mayo de 2014).
2. Recolección de información en el campo: (agosto a octubre de 2014).
3. Depuración de datos y análisis exploratorio de la información (noviembre a febrero de 2015).
4. Procesamiento, análisis de resultados y preparación del documento de la tesis (abril a octubre de 2015).

3.1 Zona de Estudio

De común acuerdo con FEDECACAO se seleccionó el Municipio de Rionegro, Santander, como zona objetivo. Una de las razones para ello fue el hecho de que esta investigación complementa

los trabajos adelantados por la USTA y la Federación, para entender y explicar el proceso de difusión (Morantes, 2013) y de adopción (Torres & Rodríguez, 2014) de la nueva tecnología de clones de cacao promovidas por FEDECACAO, entre otras instituciones.

3.2 Diseño de la Muestra e Instrumento de Recolección de Datos.

El estudio definió como muestra, 55 agricultores de cacao. Estos fueron seleccionados de la muestra estratificada por veredas para el estudio de adopción de la tecnología de clones dentro de la población de 156 cultivadores que fueron capacitados por las Escuelas de Agricultores de Cacao ECAS por FEDECACAO en el período 2009-2012 (Torres & Rodríguez, 2014). Por consiguiente se esperaba que estos agricultores registraran altos niveles de eficiencia económica al estar preparados como agentes de cambio tecnológico en su área de influencia. La Tabla 2, lista el número de agricultores entrevistados agrupados según veredas.

Tabla 2. *Distribución del número de agricultores cacaoteros entrevistados en el estudio de eficiencia según veredas de Rionegro, Santander.*

Vereda	Agricultores (#)
Berlín	1
Brillete	1
Campo Amor	6
Campo Alegre	1
Carpinteros	1
Churricas	1
El Samán	1
Galanes	6
Guayana	2
Honduras	4
La Colorada	5
La Esmeralda	1
La Paz	2
Plazuela	3

Plazuela	2
Portachuelo	5
Pradera	1
San Isidro	6
San Juan	3
Sardinas	3
Total	55

Fuente: Cálculos Propios. Basado en Cifras de (Torres & Rodriguez, 2014)

3.3 Captura de Datos en el Campo.

El Apéndice 5, muestra el formato para la captura de los datos mediante entrevista personal con los agricultores seleccionados en la muestra.

La información fue recolectada, por medio de entrevista personal con el agricultor seleccionado y el empleo del formato para el registro de los datos de encuestas. El objetivo del formato era generar datos que permitieran medir diferentes aspectos socioeconómicos, sociodemográficos, de dotación y acceso a los servicios productivos, dotación de recursos y la tecnología de producción de cacao, con referencia al año cacaotero 2013.

El formulario de registro, se compone de 2 capítulos claramente diferenciados, incluyendo la identificación de la unidad productiva, y se describen a continuación:

1. Identificación de la finca y el productor: aquí se indagan datos como la vereda a la que pertenece la finca, nombre del agricultor, distancia en kilómetros y horas de la finca hasta el municipio (Rionegro), medio de transporte que utiliza para llegar al mismo y, la ubicación GPS.
2. Datos sobre el sistema de producción: este capítulo se subdivide en 11 ítems. Seleccionadas de la siguiente manera:

- Uso de la mano de obra: se evalúa el tipo y cantidad de mano de obra en las etapas del cultivo de cacao, tales como: control de enfermedades, poda, fertilización, control de malezas, cosecha, beneficio, compra de insumos y venta de cacao, mercadeo. Además, se indaga sobre si el agricultor realiza trabajos por fuera de la finca, su valor diario del jornal, días laborados al año, etc.
- Inventario y valor de herramientas y equipo propio: Datos sobre el valor de los activos intermedios como herramientas y equipos de trabajo depreciables evaluados por el agricultor y el costo de su reposición a precios de hoy.
- Inventario y valor de instalaciones y construcciones propias: Datos sobre el valor de los activos fijos depreciables (obras civiles) evaluados por el agricultor y el costo de su reposición a precios de hoy.
- Valoración de las prácticas de manejo de fertilización: Verificación de los coeficientes técnicos y del costo de la fertilización que el agricultor realiza (orgánica o química)
- Valoración de las prácticas de manejo de podas: Verificación de los coeficientes técnicos y del costo de los diferentes tipos de poda (rehabilitación, mantenimiento)
- Valoración de las prácticas de manejo de plagas y enfermedades: Verificación de los coeficientes técnicos y del costo de los diferentes tipos de control (cultural, biológico o químico) de diferentes malezas, plagas y enfermedades
- Valoración de la productividad y producción: Verificación de las cantidades y valores del cacao producidas (en kilogramos por hectárea y total) clasificadas por tipo de cosecha (principal, mitaca) según el tipo de materia genético (híbridos y clones).
- Tierra: Verificación de las cantidades y valores dese evalúa el valor de la tierra con y sin producción de cacao.

- Mercadeo: Verificación de las cantidades y valores de los tipos de cacao producidos (premio, corriente o pasilla), el comprador y la forma de pago
- Perdidas de cosecha: Verificación de las cantidades y valores de las pérdidas de cacao y de los factores que contribuyeron a dicha pérdida.
- Retroalimentación: en esta sección el cacaotero dio su opinión sobre los aspectos que considera son importantes para ser más eficientes en la producción de cacao.

El proceso de recopilación de la información fue llevado a cabo por las autoras de la Tesis con el apoyo logístico de los técnicos de FEDECACAO en Rionegro.

3.4 Análisis Explicatorio de las Variables Seleccionadas.

La estimación adecuada de los modelos paramétricos de eficiencia y de regresión lineal requieren que las variables a incluir como dependientes e independientes sean congruentes con los principios de la teoría económica y la literatura de la economía aplicada y cumplan con las condiciones de regularidad de los modelos econométricos en especial con respecto a: normalidad, linealidad, homocedasticidad y asociación entre las variables.

Con el fin de asegurar estos requerimientos, previamente al ajuste de los modelos anteriores, se realizó un análisis exploratorio para depurar los datos (inconsistencias, datos faltantes, valores extremos) identificar un conjunto de variables independientes de tipo cualitativo y cuantitativo que compensaran dichas condiciones, a través de estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, rango, coeficiente de kurtosis y asimetría, y percentiles) y pruebas estadísticas como: análisis de correlación lineal de Pearson (asociación entre variables cuantitativas); correlación lineal de Spearman (asociación entre variables

cuantitativas ordinales); prueba de Kolmogorov - Smirnov (normalidad); prueba de Durbin-Watson (homocedasticidad).

La Tabla 3, lista las variables seleccionadas por estos criterios para entrar en las ecuaciones de regresión econométricas como variables dependientes e independientes. Estas variables caracterizan al agricultor y el sistema de producción y de finca.

Tabla 3. *Variables independientes seleccionadas para incluir en los análisis econométricos.*

Variables	Tipo	Número de categorías	Nombre categorías
Tenencia de la Tierra	Cualitativa/Nominal	2	1: Propietario
			2: Sociedad Familiar
Estado Civil	Cualitativa/Nominal	3	1: Casado
			2: Separado
			3: Viudo
Género	Cualitativa/Nominal	2	1: Femenino
			2: Masculino
Edad agricultor	Cuantitativa/Discreta	4	1: 15 a 30
			2: 30 a 45
			3: 45 a 60
			4: Más de 60
Nivel Escolaridad	Cualitativa/Nominal	3	1: Primaria
			2: Secundaria
			3: Sin Educación
Acceso a Crédito Formal	Cualitativa/Nominal	2	1: Si
			2: No
Capacitación ECAS	Cualitativa/Nominal	2	1: Si
			2: No
Experiencia en cacao (años)	Cuantitativa/Categórica	6	1: Menos de 5 años
			2: De 5 a 10 años
			3: De 10 a 20 años
			4: De 20 a 40 años
			5: De 40 a 60 años
			6: Más de 60 años

Área de Cacao en Producción (ha)	Cuantitativa/Continua		NA
Valor de los Activos (\$)	Cuantitativa/Continua		NA
Clones	Cualitativa/Nominal	2	1: Si 2: No
Híbridos	Cualitativa/Nominal	2	1: Si 2: No
Total Mano Obra (jornales)	Cuantitativa/Continua		NA
Mano Obra Familiar (jornales)	Cualitativa/Nominal	2	1: Si 2: No
Mano Obra Contratada (jornales)	Cualitativa/Nominal	2	1: Si 2: No
Mercadeo	Cualitativa/Nominal	2	1: Fedecacao 2: Comercializadora
Beneficiadero	Cualitativa/Nominal	2	1: Patio de Cemento 2: Casa Elba
Asistencia Técnica	Cualitativa/Nominal	2	1: Técnico Fedecacao 2: Sin Asistencia
Total Fertilizantes (kg / finca)	Cuantitativa/Continua		NA
Producción Cacao (kg / finca)	Cuantitativa/Continua		NA

Fuente: Cálculos Propios.

Las variables que se encontraron correlacionadas en forma significativa con probabilidad $P < 0,10$ son: estado civil, acceso a crédito, capacitación por parte de la Eca, área total de la finca y del cacao en producción, valor de los activos y mano de obra total (Apéndice 6). Sin embargo, estas variables se encontraron correlacionadas linealmente con otras variables como tenencia de tierra, edad del agricultor, nivel de escolaridad, acceso a crédito y valor de los activos generando problemas de multicolinealidad, lo cual condujo a rechazarlas como variables explicatorias. Para confirmar la hipótesis de multicolinealidad se estimó el MCO usando el procedimiento paso por paso, lo cual condujo a los resultados definitivos. La variable fertilizante se seleccionó

principalmente por la alta respuesta teórica del cacao a la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

3.5 Diseño del Modelo Empírico de Eficiencia Económica.

El modelo para la estimación de la función de producción frontera tipo Cobb-Douglas se especificó de la siguiente forma:

$$\ln Y_j = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1j} + \beta_2 \ln X_{2j} + \beta_3 \ln X_{3j} - \mu_j \quad (1)$$

Dónde:

Y_j = Producción de cacao de la j ésima finca

X_1 = Cantidad de mano de obra familiar la j ésima finca

X_2 = Cantidad de mano de obra contratada de la j ésima finca

X_3 = Cantidad de Fertilizante usado por la j ésima finca

μ_j = término del error truncado de la j ésima finca.

Esta función (1) se estimó siguiendo el método de Greene (1980) usando la técnica de mínimos cuadrados ordinarios corregidos MCOC por extensión del término de error (μ) al extremo. La función se ajustó econométricamente empleando el paquete estadístico IBM-SPSS 22. Los cálculos de las condiciones de primer orden para un óptimo y generar los índices de eficiencia se adelantaron en MS Excel.

Los índices de eficiencia técnica, distributiva y económica por finca y recursos individuales se derivaron de la función de ingresos brutos siguiendo el método ilustrado por (Ramirez, 2013):

La eficiencia técnica de la finca j ésima (ET_j) en el uso de todos los recursos se calculó como:

$$ET_j = IBO_j / IBP_j$$

Dónde:

IBO_j es el ingreso bruto observado (y_j) de la finca j ésima, e IBP_j es el ingreso bruto predicho (\hat{y}_j) de la finca j ésima

La eficiencia distributiva de la finca j ésima (ED_j) en el uso de todos los recursos se estimó como:

$$ED_j = IBP_j / IBOP_j$$

Dónde:

IBP_j es el ingreso bruto predicho (\hat{y}_j) de la finca j ésima e $IBOP_j$ es el ingreso bruto óptimo de la finca j ésima al nivel óptimo de uso de todos los recursos.

La eficiencia económica de la finca j ésima (EE_j) en el uso de todos los recursos es por tanto:

$$EE_j = ET_j * ED_j$$

El nivel óptimo del insumo i ésimo en la finca j ésima (X^*_{ij}) se calculó a partir de las condiciones de primer orden para un óptimo las cuales se obtuvieron de las derivadas parciales de la función de ingresos brutos (1). Estas expresiones permiten establecer el nivel óptimo de cada recurso el cual se determina donde el valor del producto marginal del i ésimo recurso es igual al precio del i ésimo recurso (w_i).

Así, la eficiencia distributiva de la j ésima finca en el uso del i ésimo recurso ED_{ij} es:

$$ED_{ij} = IBOP_{ij} / IBOP_j$$

Dónde:

$IBOP_{ij}$ es el ingreso bruto de la finca j ésima al nivel óptimo de uso del i ésimo recurso con todos los demás recursos constantes al nivel usado por la j ésima finca.

La eficiencia técnica individual de la j ésima finca en el uso del insumo ET_{ij} se deriva así:

$$X^*_{ij} * W_i = ET_{ij} * ED_{ij} \text{ Por tanto, } ET_{ij} = X^*_{ij} / ED_{ij}$$

La eficiencia económica de la j ésima finca en el uso del i ésimo insumo EE_{ij} se deriva así:

$$EE_{ij} = ET_{ij} * ED_{ij}$$

3.6 Diseño del Modelo Empírico de Factores Determinantes de Eficiencia Económica

En un intento para identificar los factores que restringen la eficiencia económica se especificó un modelo de regresión lineal de la forma general basados en resultados de otros estudios de eficiencia en cacao (incluir referencias):

$$EE_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 \ln X_{2j} + \beta_3 \ln X_{3j} + \beta_4 \ln X_{4j} + \varepsilon_j \quad (2)$$

Dónde:

EE_j = índice de eficiencia económica de la j ésima finca

X_1 = Superficie total del cultivo de cacao de la j ésima finca en ha

X_2 = Cantidad de mano de obra contratada de la j ésima finca en jornales por año

X_3 = Cantidad de mano de obra familiar de la j ésima finca en jornales por año

X_4 = Nivel de escolaridad del agricultor de la j ésima finca en años

ε_j = término del error de la j ésima finca.

Este modelo busca explicar las variaciones en los índices de eficiencia económica observados, bajo el supuesto de que las diferencias en eficiencia provienen de diferencias entre la fincas cacaoteras en la posesión de factores no-físicos que pueden influenciar la productividad de

los factores físicos. Estos factores se relacionan con el uso más eficiente de los recursos e incluyen factores como: educación, cosmopolismo, exposición a los medios de comunicación, participación social, nivel de vida, contactos con extensión y nivel de aspiraciones entre otros.

Los factores no- físicos, algunos de los cuales son socioeconómicos por naturaleza, pueden potenciar la habilidad de los agricultores para usar bien la tecnología y mejorar su conocimiento de nuevos métodos de producción. La educación se relaciona más con las habilidades de aprendizaje. La extensión y asistencia técnica suministran nuevos conocimientos sobre prácticas mejoradas de manejo del cultivo. Los agricultores más educados tienen más probabilidades de aceptar nuevas tecnologías que los menos educados.

4. Análisis de Resultados

El presente estudio, como ha sido determinado en los puntos anteriores, es realizado en el municipio de Rionegro - Santander durante el año 2013, para una muestra de 55 fincas cacaoteras con una función frontera determinística para medir la eficiencia técnica, distributiva y económica en la producción de cacao a nivel de: la zona, fincas y recursos productivos individuales.

4.1 Estimación de la Función Frontera Determinística

La Tabla 4, reporta los estadísticos descriptivos de los coeficientes técnicos de las variables del modelo y los estimadores de los parámetros de la regresión en forma comparativa para el modelo de mínimos cuadrados ordinarios MCO y mínimos cuadrados ordinarios corregidos MCOC.

Tabla 4. *Estadísticos descriptivos y coeficientes estimados de la función de producción frontera determinística estimada por Mínimos Cuadrados Ordinarios MCO y Corregidos MCOC.*

Variables		MCO	MCOC
	<i>Coficiente Técnico</i>	<i>Coficiente Regresión</i>	
<i>Intercepto</i>		4,833 (0,336)	5,715*** (0,000)
<i>MO Familiar</i>	0,350 (1,587)	0,130** (0,038)	0,130*** (0,000)
<i>MO Contratada</i>	0,259 (3,064)	0,050*** (0,020)	0,050*** (0,000)
<i>Fertilizantes</i>	0,470 (1,364)	0,203*** (0,045)	0,203*** (0,000)
<i>Coficiente función</i>		0,360	0,360
<i>Valor F</i>		17,511***	10,342***
<i>Durbin-Watson</i>		2,058	2,064
<i>R2 ajustado</i>		0,507	0,638

Fuente: Cálculos Propios.

Nota: Los valores entre paréntesis de la columna Coeficiente Técnico, hace referencia a la Desviación Estándar y, los datos de Coeficiente de Regresión señala los valores de Error Estándar. Nivel de significancia: *** $P < = 1\%$ ** $P < = 5\%$

El modelo estimado es altamente significativo como lo indican los valores de F estimados, lo cual significa que las variables mano de obra y fertilizantes explican la variabilidad en la producción de cacao. Todos los estimados de elasticidades parciales de producción tienen alta significancia estadística ($P < 0,01$) y resultan apropiados para calcular los índices de eficiencia de las fincas de la muestra. La naturaleza estructural de los estimadores de MCOC no evidencia multicolinealidad, un problema estadístico común en la estimación de funciones frontera usando datos de corte transversal. Los signos de los coeficientes de regresión son los esperados. El coeficiente de determinación indica que el uso de mano de obra contratada, mano de obra familiar y los fertilizantes explican 50,7% de la variabilidad en la producción de cacao en Rionegro.

Dadas las elasticidades parciales de producción calculadas, se puede inferir que un cambio porcentual del 10% en la mano de obra familiar, mano de obra contratada y fertilizantes causaría un cambio proporcional del 13%, 5%, y 20,3% respectivamente en la cantidad de cacao manteniendo los demás recursos constantes al nivel de uso promedio. No obstante, el coeficiente de la función es bajo (0,360) lo cual sugiere que hay rendimientos decrecientes a escala en la producción de cacao en la zona. Esto es, un aumento proporcional del 10% en la mano de obra familiar y contratada y en los niveles de fertilización aumentaría la producción de cacao en un 3,60%. Este resultado sugiere que los agricultores están usando estos recursos en el margen extensivo en el cual la productividad marginal de estos recursos es baja.

4.2 Eficiencia Técnica, Distributiva y Económica a Nivel de Fincas

La Figura 9, 10 y 11, ilustran los histogramas de la distribución de los índices de eficiencia técnica, distributiva y económica respectivamente.

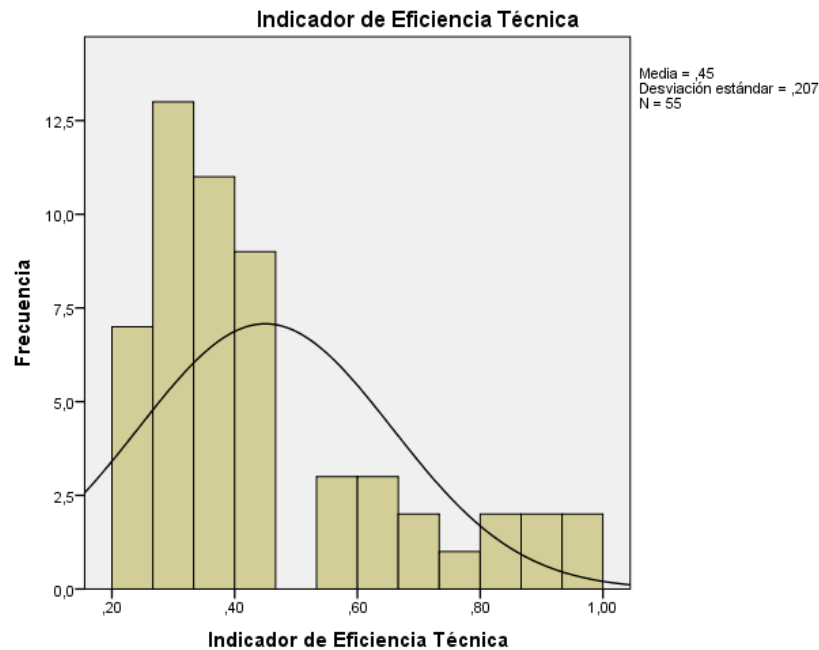


Figura 9. Histograma de los índices de eficiencia económica en la producción de cacao de Rionegro-Santander.

Se observa que la eficiencia técnica sigue una distribución asimétrica positiva con el valor de la media de los valores en los rangos bajos de eficiencia. En contraste la eficiencia distributiva es asimétrica negativa con la media de los índices de eficiencia en los valores altos de la eficiencia. Como consecuencia, los índices de eficiencia económica siguen una distribución más normal.

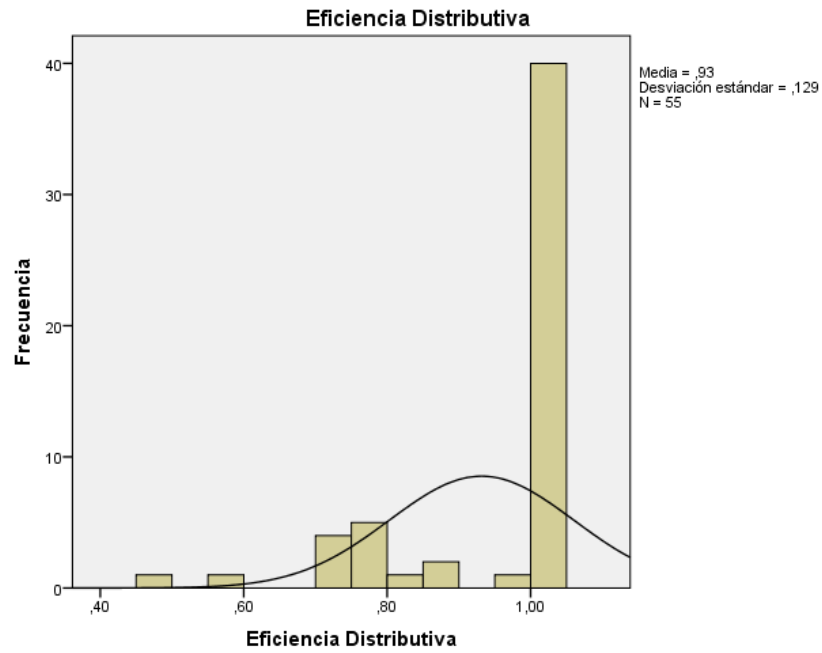


Figura 10. Histograma de los índices de eficiencia distributiva en la producción de cacao de Rionegro-Santander.

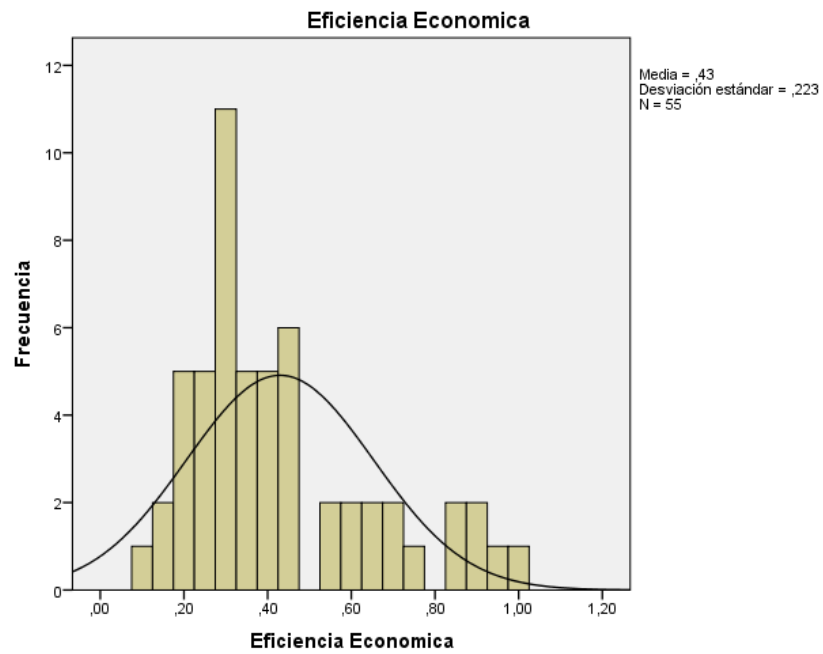


Figura 11. Histograma de los índices de eficiencia económica en la producción de cacao de Rionegro-Santander.

Los índices de eficiencia variaron ampliamente en el rango del 22% y el 99% para la eficiencia técnica (promedio del 45%); 47% al 100% para la eficiencia distributiva (promedio 93%); y del 10% al 99% para la eficiencia económica (promedio 43%). Estos resultados indican que en la región cacaotera del municipio de Rionegro, un agricultor promedio podría aumentar en un 57% la producción de cacao si utilizara los recursos de mano de obra y fertilizantes al nivel de los agricultores más eficientes en términos económicos; en un 55% si aumentan la productividad de los recursos de mano de obra al nivel de los agricultores técnicamente más eficientes; y sólo un 7% si usan los recursos en las proporciones y combinaciones que emplean la mayoría de los agricultores más eficientes en términos distributivos.

Tabla 5. *Distribución de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia técnica, distributiva y económica.*

Rango del índice de eficiencia %	Eficiencia Técnica		Eficiencia Distributiva		Eficiencia Económica	
	N. Fincas	Porcentaje	N. Fincas	Porcentaje	N. Fincas	Porcentaje
0,09 - 0,20	-	-	-	-	3	5%
0,21 - 0,33	19	35%	-	-	21	38%
0,34 - 0,45	19	35%	-	-	14	25%
0,46 - 0,58	4	7%	2	4%	4	7%
0,59 - 0,70	6	11%	1	2%	6	11%
0,71 - 0,83	2	4%	8	15%	2	4%
0,84 - 0,95	4	7%	3	5%	4	7%
0,96 - 1,00	1	2%	41	75%	1	2%
TOTAL	55	100%	55	100%	55	100%
<i>Promedio</i>	0,45		0,93		0,43	
<i>Máximo</i>	0,99		1		0,99	
<i>Mínimo</i>	0,22		0,47		0,10	
<i>Desviación estándar</i>	0,207		0,129		0,223	

Fuente: Cálculos Propios.

Estos resultados no son sorprendentes. Desde los hallazgos de Schultz (Schultz, 1964) la literatura sobre eficiencia ha confirmado que, los agricultores que operan en economías

familiares, son muy eficientes en leer los precios del mercado y ajustar la combinación de los recursos a su mínimo costo (eficiencia distributiva). Sin embargo, no son tan eficientes para lograr altas productividades debido a limitaciones para usar los recursos en la oportunidad, cantidad y forma requeridas para lograr mayor respuestas en rendimiento.

4.3 Eficiencia Técnica, Distributiva y Económica de los Recursos Productivos.

En la producción de cacao no existen estudios publicados sobre la eficiencia distributiva, técnica y económica a nivel global o de zonas de producción y mucho menos respecto a la eficiencia en el uso óptimo de los recursos individuales de producción. Este indicador expresa la habilidad de los cultivadores para observar los precios de los recursos y el cacao en el mercado y seleccionar la mejor combinación de factores productivos para minimizar el costo unitario y maximizar ganancias. Las Tablas 6, 7 y 8 muestra la distribución del número de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia técnica, distributiva y económica en el uso de mano de obra (familiar y contratada) y fertilizantes respectivamente.

Tabla 6. *Distribución del número de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia técnica en el uso de mano de obra (familiar y contratada) y fertilizantes.*

Rango del índice de eficiencia %	Mo Familiar		Mo Contratada		Fertilizantes	
	N. Fincas	Porcentaje	N. Fincas	Porcentaje	N. Fincas	Porcentaje
0,14-0,26	1	2%	-	-	2	4%
0,27 - 0,39	-	-	-	-	6	11%
0,40 - 0,51	-	-	-	-	11	20%
0,52 - 0,64	2	4%	2	4%	4	7%
0,65 - 0,77	-	-	-	-	-	-
0,78 - 0,90	1	2%	1	2%	-	-
0,91 - 1,00	51	93%	52	95%	32	58%
TOTAL	55	100%	55	100%	55	100%

<i>Promedio</i>	0,97		0,98		0,75	
<i>Máximo</i>	1		1		1	
<i>Mínimo</i>	0,20		0,54		0,15	
<i>Desviación estándar</i>	0,130		0,085		0,302	

Fuente: Cálculos Propios.

La eficiencia técnica refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no. Es decir, si hay capacidad ociosa de los factores productivos o si están siendo usados al cien por ciento (Cachanoski, 2012). Como se desprende de la Tabla 6, los rangos de variación de la eficiencia técnica entre fincas variaba ampliamente así: mano de obra familiar (20 al 100%); mano de obra contratada (54 al 100%); y fertilizantes (15 al 100%). Por tanto, los recursos poseen rangos amplios que permiten observar que la mano de obra contratada es el recurso mejor utilizado técnicamente, seguido de la mano de obra familiar y los fertilizantes.

Tabla 7. Distribución del número de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia distributiva en el uso de mano de obra (familiar y contratada) y fertilizantes.

Rango del índice de eficiencia %	Mo Familiar		Mo Contratada		Fertilizantes	
	N. Fincas	Porcentaje	N. Fincas	Porcentaje	N. Fincas	Porcentaje
0,22-0,33	2	4%	17	31%	1	2%
0,34 - 0,45	3	5%	19	35%	7	13%
0,46 - 0,58	7	13%	6	11%	6	11%
0,59 - 0,70	8	15%	2	4%	7	13%
0,71 - 0,82	13	24%	4	7%	5	9%
0,83 - 0,94	8	15%	3	5%	3	5%
0,95 - 1,00	14	25%	4	7%	26	47%
TOTAL	55	100%	55	100%	55	100%
<i>Promedio</i>	0,74		0,48		0,78	
<i>Máximo</i>	1		1		1	
<i>Mínimo</i>	0,25		0,23		0,29	
<i>Desviación estándar</i>	0,210		0,227		0,240	

Fuente: Cálculos Propios.

En general, se confirma que a nivel de los recursos individuales los resultados son consistentes con el índice promedio de eficiencia distributiva para todas las fincas incluidas en el análisis calculado en 93% (Tabla 5) y, por tanto, existe un margen importante para reducir los costos unitarios de producción. Los índices variaron entre 47% para la mano de obra y 79% para los fertilizantes, sugiriendo que la mano de obra contratada es el factor productivo usado menos eficientemente, seguido por la mano de obra familiar.

Como se desprende de la Tabla 8, los rangos de variación de la eficiencia distributiva entre fincas variaba ampliamente así: mano de obra familiar (36 al 100%); mano de obra contratada (33 al 100%); y fertilizantes (45 al 100%). Por tanto, se confirma que los márgenes para reducir costos unitarios son amplios si los agricultores acceden a maquinaria y equipos modernos, reducen las cantidades actuales de mano de obra contratada y vinculan más la mano de obra familiar a las labores.

Tabla 8. *Distribución del número de fincas cacaoteras según niveles de eficiencia económica en el uso de mano de obra (familiar y contratada) y fertilizantes.*

Rango del índice de eficiencia %	Mo Familiar		Mo Contratada		Fertilizantes	
	N. Fincas	Porcentaje	N. Fincas	Porcentaje	N. Fincas	Porcentaje
0,14-0,26	2	4%	7	13%	2	4%
0,27 - 0,39	3	5%	18	33%	11	20%
0,40 - 0,51	5	9%	15	27%	19	35%
0,52 - 0,64	11	20%	5	9%	8	15%
0,65 - 0,77	11	20%	3	5%	5	9%
0,78 - 0,90	9	16%	5	9%	3	5%
0,91 - 1,00	14	25%	2	4%	7	13%
TOTAL	55	100%	55	100%	55	100%
<i>Promedio</i>	0,71		0,46		0,55	
<i>Máximo</i>	1		1		1	
<i>Mínimo</i>	0,20		0,23		0,15	
<i>Desviación estándar</i>	0,218		0,196		0,229	

Fuente: Cálculos Propios.

Como se observa en Tabla 8, los rangos de variación de la eficiencia económica entre fincas variaba ampliamente así: mano de obra familiar (20 al 100%); mano de obra contratada (23 al 100%); y fertilizantes (15 al 100%). En general, se confirma que a nivel de los recursos individuales los resultados son consistentes con el índice promedio de eficiencia económica para todas las fincas incluidas en el análisis calculado en 43% (Tabla 5) y, por tanto, existe un margen importante para reducir los costos unitarios de producción. Los índices variaron entre 46% para la mano de obra familiar y 71% para la mano de obra contratada, sugiriendo que la mano de obra familiar es el factor productivo usado menos eficientemente, seguido por los fertilizantes.

4.4 Análisis Explicatorio de las Variables de Eficiencia Económica

En Colombia, tampoco se conocen estudios que identifiquen las fuentes de variabilidad en los índices de eficiencia entre fincas productoras de cacao. La Tabla 9, describe el modelo explicatorio de la eficiencia económica de los agricultores en la muestra. Como se observa en la Tabla, el modelo estimado soporta la hipótesis de que las variables mano de obra contratada y familiar, área cosechada en cacao y la tenencia de clones explican en 61,3% la variabilidad observada en los índices de eficiencia económica. Así lo confirma el alto valor de significancia del estadístico F. Todos los parámetros estimados presentan una alta significancia estadística ($P < 0,01$) y los signos esperados.

Tabla 9. *Estadísticos descriptivos y coeficientes estimados del análisis exploratorio de las variables pre-seleccionadas.*

Variabes	Promedio y desviación estándar	Coefficiente Regresión y error estándar
<i>Intercepto</i>		0,592*** (0,170)
<i>Has Totales de Cacao</i>	0,350 (6,34773)	0,25** (0,03)
<i>MO Contratada</i>	0,259 (0,189)	0,118*** (0,041)
<i>MO Familiar</i>	0,470 (0,290)	0,518*** (0,103)
<i>Clones</i>	1,09 (0,498)	0,149*** (0,069)
<i>Coefficiente Función</i>	0,170	
<i>Valor F</i>	22,345***	
<i>Durbin-Watson</i>	1,842	
<i>R2 ajustado</i>	0,613	

Fuente: Cálculos Propios. Nivel de significancia: *** $P < = 1\%$ ** $P < = 5\%$

Estos resultados implican que la variabilidad de la eficiencia depende fundamentalmente de factores físicos (tamaño del cultivo y mano de obra contratada y familiar). Esto permite formular la hipótesis de que la dotación de recursos no físicos (educación, acceso a tecnología, cosmopolitismo, la actitud al cambio, la aversión al riesgo, entre otras). Sin embargo, dado el nivel de eficiencia económica global encontrado del 43% se asume que estos recursos no físicos son además escasos, reflejados en un bajo nivel de escolaridad, poco acceso a información tecnológica, alta resistencia al cambio, baja calidad de la experiencia de los productores en el cultivo y baja eficiencia en el uso de las recomendaciones tecnológicas para el manejo de clones (Torres, Rodríguez, & Ramirez, 2014)

5. Análisis de Implicaciones Socioeconómicas de los Resultados

En este estudio se estimó una función de producción frontera para determinar el efecto de diferentes variables sobre la producción y estimar la eficiencia económica de pequeños cultivadores de cacao en Rionegro, Santander.

El análisis de eficiencia muestra que las variables mano de obra familiar, mano de obra contratada y el nivel de fertilizantes orgánicos e inorgánicos empleados en la producción de cacao, tienen un efecto positivo y significativo sobre la eficiencia económica. El indicador de eficiencia económica encontrado en el uso de estos recursos es bajo (43%); lo cual permite rechazar la hipótesis de que, en promedio, los productores de cacao de Rionegro son económicamente eficientes respecto a los cultivadores más eficientes en la producción.

Este resultado implica que, un agricultor promedio puede incrementar en un 57% la producción de cacao de la finca con la tecnología disponible, si pudiera asignar y usar los recursos de mano de obra y de capital, en los niveles, oportunidades, calidades y combinaciones aplicados por los agricultores más eficientes de la zona. Según la muestra del estudio, el rendimiento promedio reportado de cacao en finca es de 320 kg/ha-año. Esto indica que, el impacto en producción de eliminar las fuentes de las ineficiencias actuales, significaría un aumento de 182 kg/ha año a 502,4 kg/ha-año.

El área cosechada actual de cacao en Rionegro se estima en cerca de 4,200 has. Por tanto, un programa de cierre de brechas de productividad de cacao en este municipio podría aumentar la producción en 650 ton-año por un valor de \$5.500 millones-año³.

³ Según FEDECACAO el precio del cacao a Octubre, 21 del 2015 era \$7,800/kg (FEDECACAO, 2015).

El presupuesto estimado de un programa de transferencia de tecnología para cerrar brechas es de alrededor de \$500 millones-año para cubrir un territorio de 10.000 has. Por tanto, la relación beneficio-costos del mismo sería cercana a 10:1, la cual se considera que es muy atractiva.

El estudio encontró que el tamaño del cultivo de cacao en producción, la disponibilidad de mano de obra familiar y contratada, y el tamaño del cultivo en clones son los principales determinantes de la variabilidad de la eficiencia económica entre agricultores. Por tanto, se puede inferir que, para cerrar las brechas existentes en productividad, se necesita fortalecer el Programa de Transferencia de Tecnología actual de FEDECACAO en Rionegro a fin de acelerar la renovación de las plantaciones de cacao híbridos por clones de cacao. Sin embargo, para alcanzar este propósito se requiere cambiar la estrategia actual de acción del programa y enfocarla a promover los efectos multiplicadores en el esquema agricultor-agricultor como lo sugiere un estudio reciente sobre difusión (Morantes, 2013) y adopción de tecnología (Torres, Rodríguez, & Ramirez, 2014) adelantado en ese municipio. Esto debido al bajo nivel promedio de rendimientos encontrado en el municipio y a la amplitud de las brechas de eficiencia estimadas.

El fortalecimiento de las acciones de inclusión productiva de los agricultores de cacao en esta zona debe además considerarse como un objetivo para la acción estratégica, lograr la mayor profundización financiera de los agricultores mediante su vinculación al sistema FINAGRO. Aún en situaciones de precios altos del cacao como la presente, los agricultores menos favorecidos tienen dificultades para contratar mano de obra faltante y sobre todo para renovar sus plantaciones viejas y enfermas. Los proyectos productivos financiados e integrados al mercado del producto y los insumos a través de la asociatividad de los agricultores son una estrategia

eficaz para lograr que los cultivadores mejoren su eficiencia actual en el uso de la tecnología de clones, donde se han encontrado falencias importantes (Torres, Rodríguez, & Ramirez, 2014).

6. Conclusiones

Este estudio sobre eficiencia económica en cacao en el municipio de Rionegro-Santander, se realizó para una muestra de 55 agricultores que para el periodo estudiado, se encuentran directamente vinculados a la Federación Nacional de Cacacoteros, quienes fueron parte importante en esta investigación, por sus aportes en datos generales sobre los productores e inducción al proceso de cosecha y post cosecha del cacao, mediante un recorrido exhaustivo que permitió a los integrantes de este proyecto conocer de forma cercana todo lo concerniente al cultivo de cacao. Es importante aclarar que, la selección de la muestra de agricultores fue hecha por la Federación y gracias a las encuestas realizadas se logró recopilar la información necesaria para lograr el objetivo final.

De igual manera, otra parte importante de este proyecto de grado es todo el proceso realizado para medir eficiencia económica, técnica y distributiva realizado por medio de la depuración de los datos que se obtuvieron de los encuestados y, por consiguiente la estimación de un modelo de regresión, que nos permitió realizar un análisis exhaustivo y así encontrar los mejores resultados posibles. Como se expuso anteriormente en el marco metodológico, el modelo de regresión fue estimado y su aplicación fue hecha mediante el programa estadístico IBM SPSS y Excel, en los cuales se logró estructurar de manera óptima los datos encontrados.

Producto de la revisión exhaustiva de la literatura sobre eficiencia productiva del cacao a nivel mundial, este estudio se considera pionero en tres temáticas del análisis de eficiencia: Primero: al parecer, es el primer trabajo de esta naturaleza que se adelanta en el cultivo de cacao en Colombia. En segundo lugar, el análisis se extendió para medir la eficiencia distributiva y económica productiva a nivel de agricultor y la muestra total. Esto contrasta con los estudios

previos donde se mide básicamente la eficiencia técnica del cultivo del cacao. Finalmente, el estudio mide todos los indicadores de eficiencia a nivel de los recursos productivos (individuales y por agricultor en la muestra) como: mano de obra familiar, mano de obra contratada y fertilización, sobre lo cual tampoco se encontraron estudios previos.

En este último aspecto, el estudio documenta que la eficiencia económica individual de la mano de obra familiar era de 71%, distributiva 74% y técnica 97%. La mano de obra contratada del 46%, 48% y 98% respectivamente. Es decir, los agricultores son relativamente eficientes en usar su mano de obra propia y contratada. La alta eficiencia técnica de la mano de obra debe considerarse con cautela. Esto debido a que, el nivel de productividad del cacao es bajo como se discute enseguida. La eficiencia encontrada para los fertilizantes fue del 55% (económica), 78% (distributiva) y 75% (técnica) sugiriendo que hay espacio para mejorar la eficiencia productiva de este insumo, uno de los más costosos en el proceso de producción.

Los resultados del presente análisis de eficiencia económica en Rionegro, Santander soportan la hipótesis central del estudio sobre la existencia de amplias brechas de eficiencia técnica (55%) y por ende, económica (53%) en la producción y uso de los recursos productivos por un agricultor promedio en esta zona. Sin embargo, en el agregado, el estudio confirma que la eficiencia distributiva de los cultivadores en su mayoría microfundistas es muy alta (93%) un resultado que coincide con estudios similares en otros productos y regiones. Esto ratifica la hipótesis de Schultz sobre la eficiencia relativa de los agricultores que operan en economías familiares alrededor del mundo

Los bajos precios del cacao durante el período 2010-2012 pueden haber sido un factor que haya conducido al menor rendimiento por hectárea observado en el 2013, año de toma de los datos (302 kg/ha-año). Este resultado es preocupante, aunque otros estudios han encontrado que

la zona de Rionegro es la de menor rendimiento de cacao en el Departamento de Santander (Mantilla, Arguello, & Mendez, 2000); (Rojas & Aranzazu, 2008).

La producción de cacao en Santander y en el país posee grandes limitantes, y es básicamente la susceptibilidad de los materiales de siembra a los problemas fitosanitarios, especialmente monilia y escoba bruja, que generan pérdidas superiores al 50% de la cosecha. La moniliasis es un problema generalizado en todas las zonas productoras de cacao del departamento, en el caso de Rionegro es la enfermedad que más afectaciones produce en los cultivos. Estas enfermedades se pueden mantener en niveles controlables mediante un manejo integrado de las plantaciones, donde adquiere vital importancia el uso adecuado y periódico de la poda, la extracción oportuna de mazorcas enfermas y la utilización de materiales de siembra flexibles a estas enfermedades. Sin embargo, la poda es la única práctica realizada por un grupo representativo de agricultores, aunque por lo general, sin atender las especificaciones técnicas adecuadas que permitan erradicar el problema.

La deficiencia en el buen manejo de la poda facilita la proliferación de enfermedades y además no permite que los árboles de cacao desarrollen al máximo su capacidad productiva, aumentando así los costos en la cosecha. Entre las principales razones, que presentaron los cacaoteros, para no realizar esta técnica en forma correcta, están la escasez de mano de obra calificada y la falta de recursos económicos para su contratación.

Se observaron también algunas deficiencias en el proceso de beneficio del grano que perjudican su calidad, como es el caso de la fermentación en costales y el secado en patios de cemento, práctica propia en el municipio de Rionegro.

Otro aspecto importante observado, es el proceso de comercialización del grano ya que la Federación Nacional de Cacaoteros predomina como preferente a la hora de los productores

vender su cosecha y ponerla a disposición del público. Se puede decir que un factor determinante para este favoritismo de los agricultores es el precio de compra por parte de la Fedecacao, ya que es de los más estables en el mercado.

7. Recomendaciones

En Santander, predomina el pequeño y mediano productor y Rionegro no es ajeno a las limitaciones en cuanto a recursos de capital y mano de obra calificada, baja dotación de servicios básicos, servicios sanitarios, infraestructura y calidad deficiente de las viviendas y fincas en general, y difícil acceso a vías. Por esta razón se recomienda aplicar un plan de mejoramiento con el fin de ampliar la cobertura de asistencia técnica, que debe ser integral mediante una labor interinstitucional que vislumbre la organización de los productores en torno a las actividades de producción y comercialización para mejorar su competitividad y, de hecho, sus condiciones de vida.

Es importante la implementación de un programa de fomento del cultivo ligado a la prestación integral del servicio de asistencia técnica que se considera viable, si se tienen en cuenta las amplias perspectivas de mercado interno y externo y las potencialidades de este sistema de producción, expresadas especialmente en: la existencia de condiciones ambientales favorables; en Santander, se cuenta con una superficie de 455.000 hectáreas idóneas para la producción; tradición en el cultivo, el progreso de la industria nacional de chocolates, con extensa capacidad instalada e infraestructura adecuada para el procesamiento del grano; la presencia de infraestructura física representada en centros de investigación e instituciones para el fomento y la capacitación de técnicos y productores, junto con personal técnico preparado para la investigación y la asistencia técnica, con adelantos importantes en áreas estratégicas del desarrollo tecnológico.

Teniendo en cuenta la importancia social y económica del Cacao para el municipio de Rionegro, se recomienda que el futuro programa de Desarrollo Rural con Enfoque Territorial

para esta zona, replique la presente metodología de análisis de eficiencia y use la información generada para apoyar acciones de inclusión productiva con prioridad en las zonas cacaoteras en la forma que se discute en la sección de implicaciones de política.

Referencias Bibliográficas

- Afriat, S. (1972). Efficiency Estimation of Production Functions. *International Economic Review* 13 (3), 568-598.
- Agom, D. I., Ohen, B. S., Itam, K. O., & Inyang, N. N. (2012). Analysis of Technical Efficiency of Smallholders Cocoa Farmers in Cross River State, Nigeria. *International Journal of Management and Development* 2 (3), 177-185.
- AGRONET. (30 de Marzo de 2015). Sistema de Estadísticas Agropecuarias. Obtenido de Costos de Producción de Cacao: <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/boletines/Costos2010trim3/Costos2010T3.htm>
- Alabi, R. A., & Osifo, A. A. (2005). Population Density and Technical Efficiency of Cocoa Based Agroforestry. *Bowen Journal of Agriculture* 2 (2), 216-224.
- Almario, M. (2013). Producción de cacao en Santander aumentó 26%. *Vanguardia Liberal*.
- Almario, M. (2014). 14 proyectos de cacao buscan apoyo nacional. *Vanguardia Liberal*.
- Alvarez, A. (2001). *La Medición de Eficiencia y la Productividad*. Madrid: Editorial Pirámide.
- Amos, T. T. (2007). An Analysis of Productivity and Technical Efficiency of Smallholders Cocoa Farmers in Nigeria. *Journal of Social Sciences* 15(2), 127-133.
- Aneani, F., Anchirinah, U. M., Asamoah, M., & Owusu-Ansah, F. (2011). Analysis of Technical Efficiency in Cocoa Production in Ghana. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 11 (1), 132-140.
- Arieu, A. (2005). Eficiencia técnica comparada en elevadores de granos de Argentina. Obtenido de METODO DEA: <http://www.aaep.org.ar/anales/works/works2004/Arieu.pdf>

- Arzubi, A., & Berbel, J. (s.f.). Un análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras de Argentina. Obtenido de <http://www.uco.es/~eslbevej/articulos/analisisleche.pdf>
- Binam, J. N., Gockowski, J., & Nkamlew, G. B. (2012). Technical Efficiency and Productivity potencial of Cocoa Farmers in Western African Countries: A Meta Frontier Analysis. *The Development Economies* (46) 5, 242-263.
- Botanical-Online.com. (2014). Botanical Online. Recuperado el 28 de Octubre de 2014, de El cacao. Características de la planta de cacao: <http://www.botanical-online.com/cacao.htm>
- Botanical-Online.com. (2014). El cacao. Obtenido de Variedades de cacao: <http://www.botanical-online.com/cacao.htm>
- Bravo-Ureta, B. E., & Pinheiro, A. (1993). Frontier Function Analysis of Efficiency in Developing Countries: A Survey of the Literature. IV Congreso Latinoamericano y del Caribe de Economía Agrícola (págs. 37-63). Villa el Mar, Chile: ALACEA.
- Cachanoski, I. (2012). Eficiencia Técnica, Eficiencia Económica y Eficiencia Dinámica. *Revista Europea de Economía Política*, 3.
- Carmona, L. C., & Pulver, E. (2010). Technology transfer program for increasing rice productivity in Latin America and the Caribbean. Cali, Colombia: CIAT IX International Conference on Rice for LAC.
- Corpoica. (2010). Morfología y clasificación botánica del cacao. En C. II.
- Corpoica. (2010). Morfología y clasificación botánica del cacao. En C. II.
- Dzene, R. (2010). What Drives Efficiency in the Ghanaian Cocoa Farm? Greenhill, Accra: Ghana Institute of Management and Public Administration.

- Espinal, C. F., Martínez, H. J., & Ortiz, L. (2005). *La Cadena del Cacao: Una Mirada Global a su Estructura y Dinámica 1991-2005*. Bogotá, D. C. : MADR-IICA Observatorio de Cadenas Productivas Documento de Trabajo No. 58.
- FAOSTAT. (16 de Septiembre de 2015). Obtenido de FAO Sitio web: www.faostat.org
- Farrell, M. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of Royal Statistical Society* 27, 253-281.
- FEDECACAO. (2009). *Guía Técnica para el Cultivo del Cacao*. Bogotá DCFEDECACAO.
- (2009). *Guía Técnica para el Cultivo del Cacao*. Bogotá D.C.
- Fedecacao. (2011). *Enfermedades del cacao*. El Cacao, 12.
- Fedecacao. (septiembre de 2013). *Situación Mundial y Nacional de la Cacaocultura*. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/2006_noviembre.pdf
- Fedecacao, Fondo Nacional del Cacao, & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2009). *El cacao como sistema agroforestal*. En *Guía Técnica para el Cultivo del Cacao* (pág. 11).
- FEDESARROLLO; IQUARTIL, MADR. (2013). *Costos de Producción de 12 Productos Agropecuarios*. Bogotá D.C.: FEDESARROLLO.
- Fernandez Santos, Y., & Flórez López, R. (s.f.). *Aplicación del modelo DEA en la gestión pública. Un análisis de la eficiencia de las capitales de provincia españolas*. Obtenido de http://www.observatorio-iberoamericano.org/RICG/N%C2%BA_7/Yolanda%20Fern%C3%A1ndez%20y%20Raquel%20Fl%C3%B3rez.pdf
- Fleming, E., & Lummani, J. (2001). *Analysis of Technical Efficiency of Smallholders Cocoa Farmers in the Gazelle Peninsula*. Armingdale: Occasional Paper Centre for Economic Policy Analysis Department of Econometrics, University of New England .

- Gimbal, C., Batesse, G., & Fleming, E. (1995). The Inefficiency of Smallholders Cocoa Farmers in Papua New Guinea: A Stochastic Frontier Analysis. *Quarterly Journal of International Agriculture* 34(4), 337-357.
- Greene, W. H. (1980). Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions. *Journal of Econometrics* 13, 27-56.
- ICCO. (26 de Marzo de 2013). Creciendo Cacao. Recuperado el 2015, de Orígenes de Cacao y su Difusión en todo el Mundo: <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>
- ICCO. (26 de Marzo de 2013). Creciendo Cacao. Recuperado el 2015, de Categorías de Cacao en Grano: <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>
- ICCO. (26 de Marzo de 2013). Creciendo Cacao. Recuperado el 2015, de Variedades de árboles de cacao: <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>
- ICCO. (2014). Informe Anual 2012-2013 de la producción de cacao. Londres.
- ICCO. (2014). Informe anual de cacao 2012/2013. Londres.
- ICCO. (2015). United Cacao. Obtenido de Información General sobre el Mercado Global: <http://www.unitedcacao.com/index.php/es/corporate-profile-es/global-cocoa-market-es>
- Isaza, J. H. (2013). El cacao en San Vicente de Chucurí será certificado. *Vanguardia Liberal*.
- Kyei, L., Foli, G., & Ankoh, J. (2011). Analysis of Factors Affecting the Technical Efficiency of Cocoa Farmers in the Offinso District - Ashanti Region, Ghana. *American Journal of Social Sciences and Management* 2 (2), 208-216.
- MADR. (2013). Anuario Estadístico 2013. Bogotá D.C.: MADR Dirección de Política Sectorial.
- MADR, UN y CPCC. (2007). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cacao-chocolate en Colombia. Bogotá, D.C.: MADR.

- Mankiw, G., & Rabasco, E. (2007). Principios de Microeconomía. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- Mantilla, J., Arguello, A. L., & Mendez, H. (2000). Caracterización y Tipificación de los Productores de Cacao en Santander. Bucaramanga: CORPOICA Programa Regional Sistemas de Producción .
- Martinez Covalada, H., & Peña Marín, Y. (Marzo de 2005). La cadena del plátano en Colombia. Obtenido de UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINAMICA 1991-2005: <http://asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf>
- MinAgricultura. (2009). Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. En Fedecacao, & Fondo Nacional del Cacao, Botánica del cacao.
- MinAgricultura. (2009). Guía técnica para el cultivo de cacao. En F. n. Fedecacao, Bótanica del cacao (pág. 27).
- MinAgricultura. (2010). Botánica del Cacao. Sistemas Agroforestales.
- Mojica Pimiento, A., & Paredes Vega, J. (2006). Ensayo sobre economía regional. Centro regional de estudios económicos.
- Morantes, I. G. (2013). Estudio Piloto sobre la Difusión de Tecnología Mejorada para el Cultivo del Cacao en Rionegro, Santander. Bucaramanga: Tesis de Pregrado en Administración de Empresas Agropecuarias, USTA.
- Mundial, B. (2014). Situación y Perspectiva del Mercado Mundial de Cacao.
- Mundial, B. (2014). Situación y Perspectivas del Mercado Mundial de Cacao - Enfoque Américas.
- Nkamleu, G. B., Nyemeck, J., & Gockowski, J. (2010). Technology Gap and Efficiency in Cocoa Production in West and Central Africa: Implications for Cocoa Sector

- Development. Tunis, Tunisia: Working Papers Series No 104 African Development Bank.
- Ofori-Bah, A., & Asafu-Adjace, J. (2011). Scope of Economies and Technical Efficiency of Cocoa Agroforestry Systems in Ghana. *Ecological Economics* 70, 1508-1518.
- Ogunjobi, O. P. (1999). Efficiency of Smalholders Cocoa Farmers In Ondo State, Nigeria. Akure, Nigeria: MSc Thesis Federal University of Technology.
- Pimiento, A. M., & Paredes Vega, J. (Noviembre de 2006). Características del cultivo del cacao en Santander. Obtenido de Ensayos sobre economía regional: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/2006_noviembre.pdf
- Pinzón Useche, J. O., Rojas Ardila, J., Rojas, F., & Ramírez, O. (2009). Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. En *El cacao como sistema agroforestal* (pág. 11). Bogotá.
- Pinzón Useche, J. O., Rojas Ardila, J., Rojas, F., & Ramírez, O. D. (2009). Guía Técnica para el Cultivo de Cacao. En *Sistemas agroforestales* (págs. 18-19). Bogotá.
- Pinzón Useche, J. O., Rojas Ardila, J., Rojas, F., & Ramírez, O. D. (2013). Guía Ambiental para el Cultivo de Cacao. En *Aportes sociales* (pág. 18).
- Pinzón Useche, R. A. (2009). Guía Técnica para el Cultivo de Cacao. En *Origen y Reseña Histórica del Cacao* (pág. 15). Bogotá.
- Pinzón Useche, R. A. (2009). Guía Técnica para el Cultivo de Cacao. En *Origen y Reseña Histórica del Cacao* (pág. 12). Bogotá.
- Ramirez, A. (2013). Análisis de Eficiencia Económica de Fincas Arroceras: Aplicación de una Función Determinística de Ingresos Brutos Frontera. *Revista Lebret* (5), 210-243.
- Ramirez, A. (2013). Análisis de Eficiencia Económica de Fincas Arroceras: Aplicación de uan Función de Ingresos Brutos Frontera. *Lebret* (5), 210-243.

- Richmond, J. (1974). Estimating the Efficiency of production. *International Economic Review* (15), 512-521.
- Rojas, J., & Aranzazu, F. (2008). *Censo Cacaotero de Santander 2007 Preliminar*. Bucaramanga: FEDECACAO.
- Romeu Yanes, A., & Rodriguez Treto, Y. (Julio de 2008). Procedimiento para la evaluación de la eficiencia técnica en la transportación de caña en las UBPC cañeras de la provincia Villa Clara. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/procedimiento-evaluar-eficiencia-tecnica/procedimiento-evaluar-eficiencia-tecnica.pdf>
- Sarmiento Lotero, R., & Castellanos, P. (Diciembre de 2008). Eficiencia económica: una aproximación teórica. Obtenido de *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*: http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/cuadernos_latinoamericanos_administracion/volumenIV_numero7_2008/eficiencia_economica.pdf
- Schmidt, P. (1976). On the Estimation of Parametric Frontier Production function. *The Review of Economics and Statistics* , 238-239.
- Schultz, T. (1964). *Transforming Traditional Agriculture*. New Haven: Yale University Press.
- Schuschny, A. R. (2007). *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile : CEPAL.
- SIC. (2012). *Cadena productiva del Cacao: Diagnóstico de libre competencia*. Obtenido de <http://www.sic.gov.co/documents/10157/966cc188-0cff-4e45-bfc3-d5cc2807c6d4>
- Soto, J. F. (Diciembre de 2013). *Alianza cacaotera - Colombia*. Recuperado el 2015, de *Cifras de la producción de cacao en Colombia 2008-2013*: <http://alianzacacaotera.blogspot.com.co/2013/12/cifras-de-la-produccion-de-cacao-en.html>

- Soto, J. F. (Diciembre de 2013). Alianza cacaotera - Colombia. Recuperado el 2015, de Cifras de la producción de cacao en Colombia 2008-2013: <http://alianzacacaotera.blogspot.com.co/2013/12/cifras-de-la-produccion-de-cacao-en.html>
- Torres , F. A., & Rodriguez, D. L. (2014). Estudio de la Adopción de Tecnología Mejorada para la Producción de Cacao en Rionegro, Santander. Bucaramanga: Tesis Pregrado Administración de Empresas Agropecuarias USTA.
- Torres, C. (2012). Eficiencia y bienestar. Recuperado el 2015, de <http://ebour.com.ar/pdfs/Eficiencia%20y%20Bienestar.pdf>
- Zellner, A., Kmenta, J., & Dreze, J. (1966). Specification and Estimation of Cobb-Douglas Production Function Models . *Econometrica* 34, 214-223.

Apéndices

Apéndice 1. Clones recomendados para la zona montañosa Santandereana.

N.	CLONES
1	THS-565
2	ICS-I
3	ICS-39
4	ICS-40
5	ICS-60
6	ICS-95
7	IMC-67
8	EET-8
9	CCN-51
10	CAP-34
11	UF-613
12	FLE-3
13	SCC-61

Fuente: Cálculos Propios. Basado en la Guía Técnica para el Cultivo de Cacao, 2009.

Apéndice 2. Cruzamientos de híbridos recomendados para la zona montañosa Santandereana.

N.	CRUCES
1	TSH 565 X IMC 67
2	ICS I X IMC 67
3	ICS 39 X IMC 67
4	ICS 60 X IMC 67

Fuente: Cálculos Propios. Basado en la Guía Técnica para el Cultivo de Cacao, 2009.

Apéndice 3. Plagas comunes que afectan el cultivo de Cacao.

NOMBRES COMUNES	AGENTE CAUSAL	ÓRGANOS QUE ATACAN
Monilia, Moniliasis, Pasma, Neva	<i>(Moniliophthora roreri)</i>	Frutos
Escoba de bruja	<i>(Crinipellis pernicioso)</i>	Tejidos de crecimiento de cogollos, puntas de las ramas, yemas axilares, hojas, cojines florales, pepinos, mazorcas y flores

Cosecha								
Beneficio								
Compra insumos y venta cacao								
Mercadeo								

¿Usted trabaja por fuera de la finca? Si: _____ No: _____

¿Qué trabajo realiza por fuera de la finca? Agricultura: _____ Comercio: _____ Construcción: _____ Otro (¿Cuál?): _____

Días laborados por fuera de la finca en 2013 (#): _____ Precio por día (\$/día): _____

¿Cuántos intentos necesita hacer para contratar un jornal (#)?: _____

Si trabaja ocasionalmente fuera de la finca en agricultura, ¿Cuántos intentos necesita hacer para conseguir trabajo (#)?: _____

2. PRECIOS HERRAMIENTAS Y EQUIPO PROPIO (#):

Herramientas y Equipos	Precio Agricultor	Precio Comercio	Herramientas y Equipos	Precio Agricultor	Precio Comercio
Azadón			Motosierra		
Baldes comunes			Navaja injertadora		
Baldes recolectores			Paladraga		
Barra Metálicas			Palas		
Bascula o Romana			Palín o saca tierra		
Bomba manual de espalda			Picas		
Cajones fermentadores			Rastrillo		
Canastos			Sacos de fique / costales		
Canecas			Serrucho/Segueta		
Carretilla			Tijeras de aéreas		
Fumigadora			Tijeras de poda manual		
Guadaña			Zaranda		
Horquilla			Otro:		
Insufladora			Otro:		
Machete			Otro:		
Motobombas			Otro:		
Motor eléctrico			Otro:		

3. INVENTARIO CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES PROPIAS

Tipo de Obras	Unidad	Tipo de material	Precio Agricultor	Precio Almacén o constructor	Estado del bien
Bodegas de almacenamiento					
Casa aguas					
Casa elbas					
Vivienda					
Establos					
Galpones					
Marquesinas					
Patio de cemento					
Pileta de cemento					
Red Eléctrica propia (m)					
Red Eléctrica pública (m)					
Otro:					
Otro:					
Otro:					
Otro:					
Otro:					

4. PRÁCTICAS DE MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN, 2013* (kg/árbol)

Fertilización	Química			Orgánica			Precios x unidad	
	Cantidad	Número aplicaciones	¿Cuál?	Cantidad	Número aplicaciones	¿Cuál?	Química	Orgánica
Producción								
Otros								
Otros								

5. PRÁCTICAS DE MANEJO DE PODAS, 2013* Jornales (#/ha)

Tipo de poda	Si	No	Última vez	Fuente del dinero
Mantenimiento				
Rehabilitación				

Si usted hizo podas en el 2013, ¿cree que lo está haciendo con la frecuencia correcta? Sí _____
 No _____ ¿Por qué no? _____ ¿en el momento oportuno? Sí _____ No _____ ¿Por qué no? _____

 ¿de la forma adecuada? Sí _____ No _____ ¿Por qué no? _____.

6. PRACTICAS DE MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, 2013* Jornales (#/ha)

Plaga y enfermedad	Perioidad	Tipo de control			Procedimiento
		Cultural	Biológico	Químico	
Áfidos					
Ácaros					
Cápsidos de Cacao o					

Monalonion					
Salivazo					
Chinches					
Barrenador del tallo					
Gusanos medidores o gusanos defoliadores					
Zompopas y hormigas					
Mazorca negra					
Mal de machete					
Bubas					
Moniliasis					
Otros					
Otros					

¿Cree usted que está haciendo el control con la frecuencia correcta? Sí____ No____ ¿Por qué no? _____ ¿lo está haciendo en el momento oportuno? Sí____ No____ ¿por qué no? _____ ¿cree que lo realiza de la forma correcta? Sí____ No____ ¿por qué no? _____.

Nombre del producto químico	Nombre de la plaga	Dosis/ha	Aplicaciones (#/año)	Precio unitario + transporte A LA FINCA

7. PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCIÓN, 2013*

Concepto	Cosechas			
	Principal		Mitaca	
	Clones	Híbridos	Clones	Híbridos
Producción (kg)				
Rendimiento (kg/ha)				

¿Sabe cuántos kg produce su mejor lote? Sí___ No___ ¿Cuántos?_____

8. TIERRA (# o X)

Si vendiera, ¿En cuánto vendería una hectárea de tierra para sembrar cacao (\$/ha)?:

_____. ¿Y con cacao en producción (\$/ha)?:_____.

9. MERCADEO

Categoría del cacao que vende	Cantidad vendida (% o kilos por categoría, 2013)	Precio de venta (\$ kg)	Comprador	Forma de pago
Premio				
Corriente				
Pasilla				

¿Qué gastos adicionales debe pagar para vender su cacao al comprador (después de salir de la finca)? -

En la FEDECACAO le han rechazado producción? Sí___ No___ ¿Por qué sí?

¿Qué gastos adicionales tiene que pagar cuando compra insumos (fertilizantes, plaguicidas, equipos, herramientas) (para adquirirlos y llevarlos a la finca) ?

10. PÉRDIDAS DE COSECHA

¿Ha tenido pérdidas de cosecha? Sí___ No___ ¿por qué? _____

¿cuántos kilogramos perdió en el 2013? _____.

11. RETROALIMENTACIÓN

¿Qué aspectos considera que debe mejorar para ser eficiente en la producción de cacao?

Fuente: Elaboración Propia. *Nota:* * el 2013 es el año base para la recolección de datos en la muestra seleccionada de agricultores.

Apéndice 6. Matriz de correlación de las variables seleccionadas para el análisis.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1																				
2																				
3	,029																			
4		,004																		
5		,014																		
6	,034	,002		,040	,025															
7	,028			,026																
8				,034	,056															
9	,000		,064			,058	,020													
10	,041		,064			,058			,100											
11					,053															
12		,065																		
13	,000		,022			,069			,000	,002										
14	,000	,071	,085				,001	,057	,000	,001			,000							
15		,098										,099								
16					,101	,053				,011	,024									
17																				
18			,097							,083										
19		,059		,045	,101	,053								,059					,099	
20						,025													0,64	

Fuente: Cálculos Propios.

Nota: los valores de los encabezados (1-20) son las enumeraciones para las variables asignadas descritas así: 1. Producción de Cacao en la Finca, 2. Tenencia de Tierra, 3. Estado Civil, 4. Edad, 5. Nivel Escolaridad, 6. Acceso a Crédito, 7. Capacitación Eca, 8. Años de experiencia en Cacao, 9. Has Totales de Cacao en Producción, 10. Valor de Activos, 11. Tenencia de Clones, 12. Tenencia de Híbridos, 13. Mano de Obra Total de la Finca, 14. Has Totales de la Finca, 15. Mano de Obra Familiar, 16. Mano de Obra Contratada, 17. Mercadeo, 18. Beneficiadero, 19. Asistencia Técnica, 20. Género. Los valores sombreados, corresponden a las correlaciones existentes entre las variables. Se estima que las variables están relacionadas cuando $P < 10\%$.