

**Evaluación de la sostenibilidad de dos sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*  
L.) en el municipio de Algeciras, Huila**

Alexandra Cerón Endo

Asesor

Guillermo Edmundo Caicedo Díaz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente-ECAPMA

Maestría en Agronegocios

Neiva, Huila

2023

## **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado a todos aquellos que han estado en mi vida y que han hecho de mí todo lo que he sido, soy y llegaré a ser. A Dios, quien me bendice, me protege y es mi guía cada día. A mi esposo quien siempre ha creído en mí, por lo que me enseña a diario, por su paciencia, amor y a mi adorada madre por ofrecerme su amor incondicional.

### **Agradecimientos**

A los productores de la Asociación de Cacaoteros del municipio de Algeciras APROCALG, quienes permitieron el desarrollo de la investigación y el ingreso a sus fincas y un especial agradecimiento al productor de cacao y líder del sector agropecuario del municipio de Algeciras, el señor Pablo Ríos Vera, por su disposición e inmenso apoyo.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD por aportar a mi cualificación, a través de la convocatoria de Estímulos e Incentivos y en particular por el acompañamiento brindado por la Ingeniera Nelly María Méndez Pedraza líder de la Zona Sur de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y del grupo de investigación INYUMACIZO. Al líder Nacional del programa Maestría en Agronegocios Dr. Diego Alejandro Robayo por su apoyo.

Al Ingeniero Guillermo Edmundo Caicedo Díaz, quien realizó el acompañamiento como director de trabajo de grado, por sus orientaciones y apoyo.

A la Dra. Claudia Ordoñez, a la MSc. Laura Rojas, quienes con su experiencia aportaron con sus conocimientos al fortalecimiento de mis capacidades y en la orientación de la temática desarrollada.

A la Federación Nacional de Cacaoteros, regional Huila por su colaboración.

A los estudiantes por su colaboración en el trabajo de campo, en especial a Jhon Jairo Cuellar estudiante de Agronomía y Andrea Álvarez, estudiante de Ingeniería Agroforestal.

## Resumen

El presente estudio de investigación evaluó la sostenibilidad de sistemas productivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) del municipio de Algeciras, Huila, bajo dos modelos de producción, orgánico y convencional. La investigación se desarrolló con agricultores de la Asociación de Productores de Algeciras APROCALG. Con la información obtenida en las entrevistas, se diseñó un grupo de indicadores, clasificados en tres dimensiones; ecológica, económica y social, con el fin de identificar la sustentabilidad de los sistemas de producción desde una visión integral. Así mismo, se evaluó la rentabilidad de ambos tipos de producción, mediante la aplicación de indicadores de rentabilidad, tales como el valor actual neto VAN; la tasa interna de retorno TIR; el valor de beneficio-costo B/C y la TIO que hace referencia a la tasa interna de oportunidad. Con los resultados de esta investigación, se encuentra una diferencia significativa, presentando mayor rentabilidad el sistema de producción orgánica, ya que la tasa interna de retorno TIR es de 35,49% y el VAN es de \$38.224.655 y la relación beneficio costo B/C es superior a 1, este resultado tan diferenciado está asociado a los beneficios indirectos que poseen los sistemas bajo producción orgánica, esto asociado al valor de pago superior del cacao, comparado con el cacao convencional. En cuanto a los indicadores de sustentabilidad, ambos sistemas tienen similitud, puesto que las prácticas culturales son las mismas, sin embargo, la diferencia está dada por el uso de fertilizantes sintéticos y para algunos casos el uso de insecticidas para el control de plagas y enfermedades.

**Palabras Clave:** Sustentabilidad, agroecosistemas, cacao fino y aroma, agroecología

### **Abstract**

This research study evaluated the sustainability of cocoa (*Theobroma cacao* L.) production systems in the municipality of Algeciras, Huila, under two production models, organic and conventional. With the information obtained in the interviews, a group of indicators was designed, classified in three dimensions; ecological, economic and social, in order to identify the sustainability of production systems from a comprehensive vision. Likewise, the profitability of both types of production was evaluated, through the application of profitability indicators, such as the net present value VAN; the internal rate of return TIR; the value of benefit-cost B/C and the TIO that refers to the internal rate of opportunity. With the results of this investigation, a significant difference is found, presenting greater profitability in the organic production system, since the internal rate of return TIR is 35.49% and the VPN is \$38,224,655 and the benefit-cost ratio B /C is greater than 1, this very differentiated result is associated with the indirect benefits that systems under organic production have, this associated with the higher payment value of cocoa, compared to conventional cocoa. Regarding the sustainability indicators, both systems are similar, since the cultural practices are the same, however, the difference is given by the one of synthetic fertilizers and, in some cases, the use of insecticides to control pests and diseases.

**Keywords:** Sustainability, agroecosystems, fine and aroma cocoa, agroecology

## Tabla de Contenido

Introducción .....	10
Justificación .....	11
Objetivos .....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos .....	13
Marco teórico .....	14
El Cultivo de Cacao (Theobroma Cacao L).....	14
Descripción de la Planta.....	15
Potencial del Cultivo de Theobroma cacao L. y Rentabilidad de Agroecosistemas .....	17
Componente metodológico .....	19
Resultados y discusión .....	22
Dimensión Ecológica (IEC).....	22
Dimensión Económica (IDE).....	25
Dimensión Sociocultural (ISC).....	27
Análisis de Indicadores de Sustentabilidad.....	29
Análisis financiero de sistemas productivos de cacao convencional y orgánico .....	41
Conclusiones .....	47
Recomendaciones .....	49
Referencias Bibliográficas .....	62

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Resultados generales de los indicadores ecológicos para el total de entrevistados .....</i>	32
<b>Tabla 2</b> <i>Resultados generales de los indicadores económicos para el total de entrevistados....</i>	34
<b>Tabla 3</b> <i>Resultados de los indicadores socioculturales para el total de entrevistados.....</i>	35
<b>Tabla 4</b> <i>Tipologías de fincas identificadas en el municipio de Algeciras .....</i>	39
<b>Tabla 5</b> <i>Resumen análisis financiero para los dos sistemas de producción de cacao (Theobroma cacao L.) en el municipio de Algeciras, Huila.....</i>	42
<b>Tabla 6</b> <i>Información de costos de un sistema productivo de cacao orgánico con un área mínima de 3 ha, donde el 100% de la producción será vendido como cacao orgánico (fino y aroma)....</i>	50
<b>Tabla 7</b> <i>Información de ingresos de un sistema productivo de cacao orgánico con un área mínima de 3 ha, donde el 100% de la producción será vendido como cacao orgánico (fino y aroma).....</i>	51
<b>Tabla 8</b> <i>Valoración del proyecto análisis financiero sistemas de producción bajo manejo orgánico.....</i>	52
<b>Tabla 9</b> <i>Tabla de ingresos obtenidos del sistema de producción bajo manejo convencional.....</i>	53
<b>Tabla 10</b> <i>Información de costos de producción de un sistema de producción de cacao con manejo convencional .....</i>	54
<b>Tabla 11</b> <i>Valoración de proyecto bajo sistema convencional de producción.....</i>	55
<b>Tabla 12</b> <i>Escenario 2 Análisis de sensibilidad costos de producción Sistema convencional de producción.....</i>	56
<b>Tabla 13</b> <i>Escenario 1 Análisis de sensibilidad costos de producción Sistema convencional de producción.....</i>	57

<b>Tabla 14</b> <i>Escenario 1 Análisis de sensibilidad precio sistemas de producción bajo manejo orgánico.</i> .....	58
<b>Tabla 15</b> <i>Escenario 2 Análisis de sensibilidad costos de producción sistemas de producción bajo manejo orgánico.</i> .....	60



## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Proceso productivo para la obtención de la almendra de Theobroma cacao L</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Relación indicadores de sostenibilidad de sistemas de producción orgánica y convencional</i> .....	37

## Introducción

El sector cacaoero colombiano hace parte del marco de oportunidades de producción asociadas con el contexto del desarrollo del postconflicto, que ha permitido elegir este cultivo como una de las opciones más rentables para el remplazo de los cultivos ilícitos. Esfuerzos recientes por promover el sector cacaoero, se han enfocado en ampliar la producción de cacao incluyendo prácticas de manejo culturales, así como, la creación de asociaciones de productores y la exploración de nuevos nichos de mercado a partir de la generación de productos diferenciados, como el cacao fino y aroma, que ha permitido a los productores acceder a precios más favorables. Sin embargo, el sector aún tiene un rendimiento por debajo de su potencial productivo (Abbott *et al.*, 2019).

El municipio de Algeciras en la última década ha sobresalido por su producción de cacao con estándares de calidad diferenciados, esto debido al trabajo colectivo que se ha desarrollado, especialmente por la Asociación de Productores de Cacao ASOPROCALG. Sin embargo, se ha identificado que las fincas productoras de esta zona carecen de información organizada que les permita validar la rentabilidad de sus sistemas productivos en el marco de la agricultura orgánica para algunos productores y otros casos agricultura convencional, dado que los modelos productivos en la actualidad carecen de indicadores de sustentabilidad acordes a sus unidades productivas. En este sentido, la presente investigación pretendió responder la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son los indicadores de sustentabilidad de los sistemas de producción de cacao del municipio de Algeciras, Huila?

## **Justificación**

Los sistemas de producción de cacao en el municipio de Algeciras han sido reconocidos a nivel departamental y nacional debido a los procesos de producción orgánica que desarrollan algunos productores que han decidido apostar a la transición de sus sistemas, con el fin de mejorar su calidad de vida y desde luego, apostar a la adquisición de certificaciones que validan su labor en pro del respeto por la vida y el ambiente en todas sus expresiones bajo la producción orgánica de sus cultivos. Por esta razón, es importante que el trabajo que se ha realizado en este municipio sea analizado, documentado y visibilizado, para que pueda ser replicado por otros agricultores como insumo para el manejo de sus unidades productivas. En este sentido, fue necesario realizar la caracterización de estos sistemas, para lograr identificar su rentabilidad, de modo que, exista un insumo que pueda ser compartido con el sector cacaotero para que los procesos de transición a la agricultura orgánica puedan ser replicados en el municipio y desde luego a nivel Nacional.

Con base en la importancia que representa la producción del municipio de Algeciras para el sector cacaotero del departamento, se pretendió evaluar la sustentabilidad de las fincas productoras, a partir de la generación de indicadores de sustentabilidad del estado real de estas unidades productivas; puesto que, los sistemas productivos poseen y están determinados por componentes adicionales a la producción en sí, como los son, sociales, ambientales y económicos; dado que los sistemas agrícolas son sistemas complejos y funcionan de forma integral.

Por otro lado, en la última década los promotores de la agricultura y desarrollo de sistemas de la agricultura alternativa han sido llamados a acogerse a los lineamientos pactados en los acuerdos definidos en la Agenda 2030, donde se precisan 17 Objetivos de Desarrollo

Sostenible, en donde los sistemas de producción sustentable son ejemplo de cambio en el sector agrícola mundial. Por esta razón, se buscó con el estudio, evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción cacaotera del municipio de Algeciras, con el fin de que estos sistemas puedan ser replicados a partir de la generación de indicadores de sustentabilidad que permitan evidenciar el funcionamiento integral de estos sistemas productivos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la sostenibilidad de dos sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L) en el municipio de Algeciras, Huila.

### **Objetivos Específicos**

Caracterizar las tipologías de fincas en sistemas de producción de cacao en el municipio de Algeciras, Huila.

Analizar la rentabilidad de los sistemas productivos de cacao bajo manejo orgánico y convencional.

Diseñar indicadores de sustentabilidad para las fincas cacaoteras del norte del Huila

## Marco teórico

### El Cultivo de Cacao (*Theobroma Cacao L*)

Colombia es un país potencial en producción de cacao; gracias a la diversidad genética asociada a su ubicación en la zona ecuatorial, se encuentra en una posición geográfica estratégica por su disponibilidad de recurso hídrico (Cely, 2017). En los últimos años se han realizado esfuerzos por incrementar el área sembrada con cacao, dado que para el año 2019, se reportó que el país contaba hasta ese año, con cerca de 231.680 ha, distribuidas en 31 departamentos (MADR, 2019), recientemente se reporta que el rendimiento promedio por hectárea cosechada se estima en 450 kilogramos de cacao en grano (Fedecacao, 2023).

Este cultivo, tiene una importancia socioeconómica significativa en el país, debido a su influencia en zonas de economía rural con altos niveles de pobreza y entornos de conflictos sociales (Suárez *et al.*, 2021). En el departamento del Huila, existe un gran potencial para el cultivo del cacao (*Teobroma cacao L.*), originado por la visibilidad a partir de la categorización como chocolate fino por parte de países consumidores de cacao a nivel mundial, así como del desarrollo de investigaciones alrededor de este tema, Muñoz (2020) realizó un estudio, en el cual, se evidencia que el Huila es uno de los principales productores de cacao del país y que este es reconocido por ser fino, de aroma y por su bajo contenido de Cadmio, identificándose una oportunidad, puesto que la tendencia global por el cuidado de la salud y el consumo de alimentos saludables representa una oportunidad para el desarrollo del mercado local (Muñoz, 2020), sin embargo, para el mercado local la conclusión de esta esta investigación, resuelve que en Neiva puntualmente, no existe aún un hábito de consumo de chocolate con estas características, generando así la oportunidad de seguir con el proceso de sensibilización y reconocimiento de una nueva tradición de consumo de estos productos en la ciudad y el departamento, que favorecerán

directamente a los productores del Huila, dado que los procesos diferenciados de cosecha y postcosecha serán estandarizados y reconocidos en mayor medida.

### **Descripción de la Planta**

Las características de los productos agrícolas están influenciadas por el ecosistema donde se encuentran, desde la perspectiva de los factores bióticos y abióticos, los cuales producen en la planta respuestas fisiológicas generando de esta manera, propiedades fisicoquímicas únicas de los frutos; estos atributos, son la base para las denominaciones de origen que agregan valor a las producciones (López-Hernández et al., 2021).

El *Theobroma Cacao* L., pertenece a la familia Malvales: Sterculiaceae, es una planta leñosa originaria de la cuenca del río Amazonas y domesticada en Centroamérica hace aproximadamente 1500 años (Boza, et al., 2015). Fue llevado a Europa para convertirse en un producto base para elaborar chocolate, licor y pasta de cacao (Sánchez-Mora, et al., 2015). Actualmente, el cacao se cultiva entre las latitudes 10° Norte y 10° Sur del planeta, por ello, la fácil adaptación a climas seco, semihúmedos y húmedos de los clones de cacao ha permitido cultivarse en países como, Costa de Marfil y Ghana, seguidos de Ecuador; logrando comercializar 0,32 millones de toneladas en el 2019, catalogándose como los principales exportadores de este producto (Nair, 2021).

### **Cosecha y Poscosecha**

La fermentación del grano es un proceso determinante para la formación de los precursores del sabor y aroma a chocolate, y cambia de acuerdo con la variedad usada. El proceso tradicional de beneficio del cacao está orientado por 5 etapas definidas; cosecha y quiebre, acopio, fermentación, secado, selección y almacenamiento. Agrosavia desarrolló una serie de investigaciones entre los años 2015 y 2022, donde se concluye que, en los sistemas de

producción de cacao, bajo la modalidad de agricultura familiar se valora la producción de alimentos y la continuidad de la especie humana a través de la familia. En este tipo de sistemas, una parte de los excedentes que se generan se reinvierten en el sistema para el mantenimiento y la reposición de los elementos gastados a lo largo del periodo de producción, por tanto, se logró establecer que el costo anual de sostener el sistema es menor que el ingreso recibido por cultivar una hectárea, validando de esta manera la sostenibilidad de los sistemas de producción familiar (Martínez-Atencia et al., 2022).

### **Atributos de la Metodología Autogestión, Productividad, Equidad, Adaptabilidad y Estabilidad**

La metodología MESMIS que significa, Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad; es una herramienta utilizada internacionalmente, que busca facilitar el camino hacia el desarrollo sostenible de los territorios, incorporando la visión de paisaje funcional y el uso de modelos agroecológicos.

Este programa metodológico inició en el año 1995 en México, fue desarrollado por un grupo de investigación interdisciplinario constituido por varias instituciones académicas, tales como, El Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C.), el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) y el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de la Frontera Sur y el Instituto de Investigaciones Agronómicas de Francia (INRA)) con el fin de contribuir a resolver varios de los problemas asociados con la evaluación de sustentabilidad (UNESCO, 2018).



## **Potencial del Cultivo de *Theobroma cacao* L. y Rentabilidad de Agroecosistemas**

El cultivo del cacao ha sido promovido como alternativa productiva a los cultivos ilícitos, así como, alternativa para alcanzar “deforestación cero” en las cadenas productivas agropecuarias, varios actores han resaltado las oportunidades existentes para producir cacao de forma sostenible en zonas prioritarias de Colombia. Por ejemplo, El Acuerdo Cacao, Bosques y Paz, iniciativa firmada por el Gobierno Colombiano, a través del Ministerio de Agricultura y del Ministerio de Ambiente, la industria cacaotera con Fedecacao y Casa Luker, y organizaciones de la sociedad civil nacionales e internacionales, en donde las partes se comprometen a trabajar en conjunto para poner fin a la deforestación y de esta manera, promover la protección y restauración de los bosques en la cadena de suministro de cacao en Colombia, a través del Acuerdo Marco para la Acción Conjunta (Charry et al., 2019).

Por otro lado, la importancia de evaluar la rentabilidad de los sistemas productivos de cacao, bajo el análisis de indicadores financieros, como el valor actual neto VAN, tasa interna de retorno TIR, costo beneficio B/C y TÍO que es la tasa interna de oportunidades, permite validar los procesos que los agricultores están realizando en sus sistemas, en cuanto a manejo del cultivo, cosecha y postcosecha, es esencial que los productores adquieran el hábito de consignar información básica como gastos e ingresos en sus registros, así como los datos de producción de cada cosecha durante el año, con esta información básica es posible calcular y analizar la rentabilidad, para sistemas establecidos, así como para evaluar la viabilidad de proyectos previos a la ejecución.

Por lo tanto, la viabilidad de un proyecto es importante, así como lo es la planificación del mismo, para poder concluirlo resulta indispensable llevar a cabo una investigación completa que conduzca a determinar los beneficios del proyecto, este instrumento es necesario para la

toma de decisiones, se debe de realizar un estudio del proyecto que se quiere realizar; finalmente, en el restudio previo se debe de valorar o desvalorar el negocio con el fin de garantizar que este evidencia factibilidad tanto económica, legal y social, en términos de la viabilidad de la inversión (Quiñones et al., 2018).

### **Componente Metodológico**

El estudio se realizó en el municipio de Algeciras, departamento del Huila, Colombia, el cual fue elegido porque presenta la mayor área cultivada en cacao, comparado con otros municipios del departamento. Algeciras se encuentra a 53 Km de Neiva la capital del departamento, latitud norte 2° 31' 22.588" y longitud oeste 75° 18' 57.427", posee una temperatura promedio de 22°C, precipitación media anual de 1.500 mm y una altitud que va desde los 800 hasta los 3.000 m.s.n.m. La zona de estudio se eligió debido a que, en la actualidad, Algeciras se destaca por contar con certificación orgánica, catalogado como el único municipio que ha avanzado en este proceso en el departamento y el sexto a nivel nacional, así como la primera certificación orgánica en el país para cultivo de cacao. La asociación de productores de cacao del municipio de Algeciras APROCALG, está integrada por 98 asociados, de los cuales 25 productores cuentan con certificado orgánico vigente, cuentan con un área estimada de 56,30 hectáreas cultivadas, reportando una producción estimada de 50 toneladas. Para el estudio se tomó una muestra de 20 unidades de producción, compuesta por productores que practican agricultura orgánica y convencional, con el fin obtener diferencias que se puedan documentar y validar, las unidades productivas se eligieron con base en la similitud encontrada en su tamaño de área cultivada, así como las características de la estructura del cultivo. En la figura 1 se evidencia el proceso productivo del cacao desde la etapa de cultivo hasta la obtención de la almendra.

**Figura 1**

*Proceso productivo para la obtención de la almendra de Theobroma cacao L*



*Fuente:* Elaboración propia

Para resolver las preguntas de investigación se formularon tres objetivos específicos, para el desarrollo del objetivo 1; se aplicó un instrumento de entrevista estructurada que permitió caracterizar las tipologías de fincas que existen en la zona de estudio, esta información fue caracterizada de acuerdo al tipo de arreglos agroforestales presentes en cada una de las analizadas; la información correspondiente al segundo objetivo, se levantó mediante la realización de entrevistas semiestructuradas a 20 productores, así como la revisión de registros de los productores organizados por parte de la asociación de cacaoteros de Algeciras,

APROCALG, los parámetros inmersos en este instrumento de levantamiento de información estuvieron enfocados a obtener información sobre: los costos de la producción; ingresos percibidos por producción integral de la finca; relación beneficio/costo de la producción y margen de utilidad neta en la producción integral de la finca.

Para el desarrollo del tercer objetivo se creó un grupo de indicadores de sustentabilidad, orientados a analizar esta variable desde tres grupos de criterios, ambiental-ecológico, económico y sociocultural, este tipo de análisis permitió entender de manera integral las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas. Se espera con estos resultados de enfoque participativo, favorecer el proceso de retroalimentación entre la comunidad. En el caso puntal de este trabajo se tomó como referencia metodológica, a los autores Cepal, 2011; Bravo-Medina et al., 2017 y el INTA, que desde sus investigaciones aplicadas a los sistemas productivos han definido metodologías para evaluar la sustentabilidad de sistemas basados en la integralidad de los componentes sociocultural, económico y ambiental.

## Resultados y Discusión

### Dimensión Ecológica (IEC)

Para el análisis de la dimensión ecológica, se determinaron 8 indicadores, como se explica a continuación; utiliza cobertura para el suelo (IEC<sub>1</sub>), este indicador estuvo relacionado con la protección del suelo, frente a factores naturales como el viento y erosión del suelo que afectan directamente el componente biológico del suelo.

El segundo indicador (IEC<sub>2</sub>) generado analiza la presencia o ausencia de sombrero en el cultivo, factor importante para la rentabilidad de un sistema, ya que la diversidad de los sistemas permite obtener varias fuentes de producción de bienes y servicios para la familia. Por otro lado, las especies utilizadas para sombrero en los cacaotales son especies que proveen servicios ecosistémicos importantes para la estabilidad del ecosistema, tales como aporte de materia orgánica, disminución de temperatura, conservación del suelo, diversificación de fauna silvestre, fortalecimiento del componente biológico del suelo, sombra, entre otros también importantes.

El tercer indicador ecológico (IEC<sub>3</sub>), hace énfasis a la diversidad productiva, puesto que los ecosistemas sanos se caracterizan por poseer alta diversidad de especies, ya que, a mayor diversidad, los sistemas se pueden mantener en equilibrio a partir de la capacidad de regulación que les genera la diversificación de la estructura, en términos de suelos, productos, servicios y productos para comercializar y para autoconsumo. Así mismo, el cuarto indicador (IEC<sub>4</sub>), está enfocado a la relación en el uso de fertilizantes orgánicos o de síntesis química, debido a que un sistema resulta más sustentable a largo plazo, si las prácticas (prácticas) realizadas están a favor de la conservación del suelo como recurso indispensable para el buen funcionamiento del sistema.

Posteriormente se evaluó la relación en manejo de plagas y enfermedades (IEC<sub>5</sub>). Es una realidad que la utilización de métodos químicos para el control de plagas y enfermedades mediante el uso plaguicidas es una práctica que impacta de forma negativa al ambiente. En muchos casos, los agroquímicos no son selectivos y pueden provocar la muerte de organismos benéficos, por esta razón la utilización de métodos biológicos o mecánicos de control, ayudan a disminuir el impacto negativo del uso de productos de síntesis química en los agroecosistemas, además, cuando se decide aplicar el mismo producto durante tiempo prolongada, perderá efectividad y por otro lado habrá afectado de forma irreversible el componente biológico del ecosistema.

El indicador número seis, se enfoca en el estado sanitario de los árboles (IEC<sub>6</sub>), es uno de los más importantes, debido a que el control constante de las enfermedades mediante prácticas culturales puede disminuir su efecto negativo en un 80% ya que, las enfermedades del cultivo de cacao están relacionadas principalmente con el uso de prácticas culturales de manejo. Sin embargo, en la zona de estudio resulta ser un problema, dado que no existe suficiente mano de obra que se encargue de estas actividades, principalmente en las unidades productivas lideradas por personas de la tercera edad que no cuentan con un relevo generacional establecido.

Así mismo, se define el indicador siete como uso de herbicidas (IEC<sub>7</sub>) ya que, estos productos son responsables de la disminución de la diversidad biológica del sistema, especialmente de los organismos polinizadores y controladores biológicos naturales, es por ello que, el uso de estos productos no es viable en el sistema de producción de cacao. Finalmente, el indicador 8, se enfoca en la evaluación de las prácticas de poda del cultivo (IEC<sub>8</sub>), en la planta del cacao y el sistema en general, la poda es indispensable para mantener la sanidad del agroecosistema, así

mismo, favorece la producción de mazorcas, ya que esta práctica está relacionada con la provisión de luz, y la estabilidad entre la temperatura y humedad relativa del sistema.



### Ecuación 1

$$(((2*EC1) + EC2) / 3) + ((EC3 + EC4) / 2) + ((EC5 + (2*EC6)) / 3) + (((2*EC7) + EC8) / 3) / 4$$

Algunos indicadores tienen mayor valor dado que estos tienen principalmente frente al equilibrio del ecosistema, principalmente el componente biológico y componente suelo.

EC1: Indicador ecológico 1: Cobertura del suelo

EC2: Indicador ecológico 2: Sombrío en el cultivo

EC3: Indicador ecológico 3: Diversidad productiva

EC4: Indicador ecológico 4: Relación en el suelo fertilizantes químicos y orgánicos

EC5: Indicador ecológico 5: Manejo de enfermedades y plagas

EC6: Indicador ecológico 6: Estado sanitario del cultivo

EC7: Indicador ecológico 7: Uso de herbicidas

EC8: Indicador ecológico 8: Prácticas de poda del cultivo

### Dimensión Económica (IDE)

Para el análisis del componente económico, se tuvieron en cuenta 7 indicadores, el Indicador número 1 (IE<sub>1</sub>) está directamente relacionado con la diversificación productiva que genera el sistema, así como la disponibilidad de diversas fuentes de ingresos directos o indirectos para disminuir la dependencia a una sola fuente de sustento. El indicador número dos es la producción de alimentos para autoconsumo (E<sub>2</sub>) ya que la autoproducción de alimentos no solo es un aporte a la seguridad y soberanía alimentaria, también ayuda a solventar parte de los gastos que se realizan en el núcleo familiar por concepto de alimentos. Por lo tanto, un sistema es mayormente sustentable cuando produce alimentos que complementan la dieta familiar.

El indicador número tres, evalúa el porcentaje de productos destinados a la venta (IE<sub>3</sub>), el porcentaje de productos que se destinan ya que genera recursos económicos que permiten adquirir otros bienes y servicios de primera necesidad, e incluso aquellos alimentos que no son

producidos en la finca, puesto que la diversidad de productos que el núcleo destina a la venta favorece la posibilidad de alcanzar la sustentabilidad económica.

El cuarto indicador es la obtención de ingresos por trabajos fuera de la finca ( $IE_4$ ) para el caso de la zona de estudio, no todos los sistemas productivos familiares tienen actualmente la capacidad de generar productos que se puedan comercializar en la localidad, por lo que algunas familias tienen trabajos fuera de la finca. Por otro lado, se enfoca el acceso a capacitaciones ( $IE_5$ ), ya que es uno de los aspectos más importantes para la actualización constante de saberes enfocados al manejo del cultivo, así mismo se define el  $IE_6$  que es la evaluación del método de pago por las ventas de los productos de la finca, ya que esto determina la frecuencia con que se reciben ingresos. Finalmente, el  $IE_7$  de la dimensión económica, está enfocado a analizar la tenencia y tipo de vivienda con la que se cuenta en la finca, dado que es un indicador de análisis económico en los entornos rurales y urbanos.

## Ecuación 2

$$(((2 \times E1) + E2 + E3) \div 4) + ((E4 + E5) \div 2) + (((2 \times E6) + E7) \div 3)$$

La fórmula anterior incluye siete indicadores económicos formulados, E1: Diversificación de la producción; E2: Autoconsumo; E3: Producción anual de cacao; E4: Acceso a otros ingresos; E5: Accesos a capacitaciones; E6: Tipo de pago de las ventas; E7: Tenencia y tipo de vivienda.

### **Dimensión Sociocultural (ISC)**

El primer indicador es la propiedad de la tierra (ISC<sub>1</sub>), esta variable posibilita la incorporación de mejoras al sistema productivo, así mismo, el establecimiento de las producciones por tiempos relativamente prolongados fortalece los vínculos con la sociedad, colaborando además en los procesos de comercialización de los productos. Así como, el acceso a la educación (ISC<sub>2</sub>) este aspecto es de vital importancia para el desarrollo de los sistemas productivos, esto incrementa la calidad de vida de los integrantes de la familia, y a su vez, incorpora herramientas de acceso a la información que ofrece buenas oportunidades a la unidad familiar, que permiten mejorar la calidad de vida de las personas.

Un aspecto importante, sobre todo en la actualidad, es la participación de la mujer en la toma de decisiones (ISC<sub>3</sub>), puesto que, la mujer influye en el desarrollo de la finca, en muchos sistemas productivos es importante para favorecer el desarrollo económico de la familia, debido a la integralidad en la toma de decisiones. Por otro lado, el acceso a servicios primarios (luz, gas, agua, telefonía) (ISC<sub>4</sub>) es un factor que no solo posibilita producir, sino vivir en mejores condiciones.

Integración social y participación en asociaciones es el indicador ISC<sub>5</sub>, debido a que favorece principalmente a aquellos productores que tienen bajos volúmenes de producción, por lo tanto, resulta indispensable la oferta a mercados diferenciados o asociativos, donde existan

productores con volúmenes más altos que sostengan la oferta y posibiliten a productores de menor escala vender volúmenes bajos de producción. Así mismo, se consideran los aportes significativos que realizan instituciones gubernamentales que no solo transfieren conocimientos y tecnologías al productor, puesto que, además financian estructuras de producción e insumos de alto costo para mantener la funcionalidad del sistema.

### Ecuación 3

$$(S_1+S_5+ (S_2+S_3+(2\times S_4) \div 4)) \div 3$$

La anterior ecuación incluye los cinco indicadores formulados para el componente ambiental, S1: Tenencia de la tierra; S2: Educación; S3: Participación de la mujer S4: Acceso a servicios básicos; S5: Pertenece a grupo asociativo.

### Análisis de Indicadores de Sustentabilidad

A partir de la aplicación de los indicadores diseñados para esta investigación, se obtuvieron los resultados ecológicos para el grupo de agricultores impactados por el proyecto, en esta dimensión los indicadores con mayor puntuación fueron; IEC1.Cobertura del suelo (1); IEC7. Uso de herbicidas (3,95); IEC5 Manejo de plagas y enfermedades (3,9); IEC3 Diversidad productiva (3,75); IEC2. Sombrío en el cultivo (3,35) (Tabla 1); estos resultados, están asociados a que los agricultores del municipio de Algeciras han adoptado la realización de buenas prácticas en su cultivo, tales como podas, manejo de sombrío, no aplicación de insecticidas y herbicidas, así como la diversificación de especies a partir de la implementación de los arreglos agroforestales que en su mayoría para este municipio, están compuestos por frutales, maderables, musáceas y el cacao como cultivo principal de interés económico. Se identifica que la adopción de buenas prácticas está relacionada con la participación en capacitaciones por parte de los productores, donde han aprendido sobre buenas prácticas agrícolas, sin embargo, no todos los productores cuentan con certificación orgánica, principalmente por el uso de fertilizantes sintéticos.

Los resultados permiten afirmar que los sistemas de producción en la zona de estudio son sustentables, porque están presentes diversos productos y servicios ecosistémicos que permiten la conservación y la riqueza del ecosistema, que se resume en mayor productividad, por ende,

mayor rentabilidad. En cuanto al suelo, el indicador ecológico 1, presenta que todos los sistemas de producción analizados tienen cobertura vegetal asociada a la presencia de hojarasca, que favorece el aporte constante de materia orgánica al suelo, a su vez, inhibe el crecimiento de arvenses, evitando de esta manera el uso de productos herbicidas que resultan ser nocivos para el suelo, ya que, pueden alterar la estructura y el funcionamiento del suelo mediante efectos directos sobre varios componentes de su microbiota (Bortoli et al.,2012, p1), por otro lado estos productos afectan la salud, principalmente de quienes están en contacto a la hora de la aplicación, resultados de diferentes investigaciones muestran que los efectos en la salud por herbicidas de uso común, a corto plazo se pueden producir intoxicaciones a causa de la absorción en el organismo de manera directa o indirecta y a largo plazo pueden surgir daños crónicos (Aguilar- González et al., 2022, p2).

En cuanto a manejo de plagas y enfermedades, el puntaje alto (3,9) se atribuye a que la mayoría de los productores entrevistados manifiestan que las prácticas que realizan para el control de plagas están enfocadas en las prácticas culturales y control con productos biológicos; González-Jaramillo, (2022), encontró en su investigación sobre el uso de insecticidas orgánicos, que presentan mayor rentabilidad, dado el resultado del análisis económico de acuerdo con la mayor relación de beneficio/costo encontrada para el T3 (Jengibre y cebolla) con \$1.76, es decir, que por cada dólar invertido y recuperados se gana \$0.76, se concluyó con esta investigación, que el uso de este insecticida natural, en dosis de 750cc litros/ha, logro un incrementó la productividad del cultivo de cacao (González-Jaramillo, 2022). Por otro lado, en la investigación realizada por (Pilaloe et al.,(2022), se encontró a partir de la evaluación de cuatro tratamientos (T1: *Bacillus sp* +poda; T2: *Trichoderma spp*+ poda; T3: Mancozeb; T4: Testigo con solo poda), que pese a las diferencias que se mostraron para las variables incidencia, número de flores y

pepinos sanos entre los tratamientos, se corrobora que la aplicación de cualquier tipo de biofungicida disminuye el daño ocasionado con el hongo y que la poda por sí sola es la menos eficiente, evidenciándose en la variable rendimiento, misma que no presentó diferencias estadísticas entre el tratamiento 1,2 y 3. Sin embargo, el análisis económico arrojó como el de mayor rentabilidad al T1 *Bacillus sp* +poda con una relación beneficio costo de 1,29 dólares con una aplicación de 1,5 l ha-1 (Pilaloo et al., 2022, p3).

Así mismo, (Viera-Arroyo et al., 2020), encontraron en su investigación sobre control biológico, que uno de los organismos con mayor utilidad para los sistemas productivos de cacao, es *Trichoderma spp.*, este, es considerado principal hongo antagónico que ha sido formulado y es utilizado ampliamente en aplicaciones agrícolas debido a su mecanismo de control biológico, es también conocido por su incidencia en el crecimiento de plantas, procesos de descomposición y biorremediación (Zin & Badaluddin, 2020). Estos beneficios favorecen al sector agrícola para aplicar prácticas respetuosas con el medio ambiente (Viera-Arroyo et al., 2020).

Una de las afirmaciones que causó especial atención durante la investigación, es que algunos productores entrevistados manifiestan que los productos biológicos como *Trichoderma spp.* no fueron efectivos para el control de plagas, esto puede deberse a diversas razones, tales como condiciones de almacenamiento inadecuadas del producto, productos vencidos o puede relacionarse con la mala aplicación del producto, ya que para incrementar la efectividad de este organismo es necesario que se aplique solo, sin mezcla con otros productos, aunque sean biológicos, no está permitido mezclarlo a la hora de la aplicación (Viera-Arroyo et al., 2020).

**Tabla 1**

*Resultados generales de los indicadores ecológicos para el total de entrevistados.*

Tipo de Indicador	Nombre de Productor y Número/Indicadores	Resultados generales por Indicador
Ecológico	IEC1.Cobertura del suelo: 0 no posee; 1 si posee cobertura	1
Ecológico	IEC2. Sombrío en el cultivo: 0 no tiene sombrío; 1 tiene una especie para sombrío; 2. 2 especies para sombrío, 3. 3 especies para sombrío, 4. más de cuatro especies para sombrío.	3,35
Ecológico	IEC3. Diversidad productiva: 0. Monocultivo; 2. Cultivo con musácea; 3 Cultivo con musácea y frutales; 4 Cultivo con musáceas, frutales y maderables.	3,75
Ecológico	IEC4. Relación en el uso de fertilizantes orgánicos y químicos: 0 no fertiliza; 2 aplica solo químico; 3 aplica orgánico y químico, 4. Aplica orgánico.	3,4
Ecológico	IEC5. Manejo de plagas y enfermedades: 0 no hace control; 1 control químico; 3. Control químico y cultural; 4. Control cultural y biológico.	3,9
Ecológico	IEC6. Estado sanitario del cultivo: 0 no se hace control de enfermedades; 1. posee más de tres enfermedades, 2 posee tres enfermedades; 3. Posee dos enfermedades; 4. posee una enfermedad	3,15
Ecológico	IEC7.Uso de herbicidas: 0 no hace control de hierba; 1. Aplica herbicida una vez al año; 2. Aplica dos veces al año; 3. Aplica más de tres veces al año; 4. Hace control con guadaña, azadón o machete.	3,95
Ecológico	IEC8.Practicas de poda del cultivo: 0 no hace poda; 1. Poda una vez al año; 2. Poda dos veces al año; 3. Poda más de tres veces al año; 4. Poda y fertiliza el cultivo de una vez.	1,65

*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla 2, se evidencian los resultados obtenidos con la aplicación de los indicadores económicos, en donde se evidencian los siete indicadores diseñados, con su puntuación específica; el indicador que obtuvo mayor valor fue el relacionado con la producción anual de



cacao; en donde se afirma que el promedio mínimo de venta anual es de 300kg, superando los 900kg al año, otro de los indicadores relevantes es el asociado con el tipo de pago que reciben los productores al vender sus productos, obteniendo un puntaje de 2,8/3.00, esto es debido a que la mayoría d ellos entrevistados reciben el pago de contado. Por otro lado, se menciona con relevancia el indicador 2, relacionado con el autoconsumo, en donde la mayoría de los entrevistados afirma no aportar más del 10% de los productos que ofrece el sistema productivo, esto incluye no solo el cacao, sino también frutales, maderables y frutales, por lo tanto, se considera un punto negativo que no favorece la sustentabilidad de la familia, ya que al incrementar el autoconsumo, se haría un mejor distribución de los ingresos que podrían ser utilizados para cubrir otras necesidades básicas además de la compra de alimentos, dado que, la importancia de considerar la agrobiodiversidad como componente determinante de la sustentabilidad del sistema agroalimentario, destaca el rol fundamental de la agricultura familiar (Acevedo-Osorio et al., 2020, p2).

Los arreglos agroforestales presentes en la zona de estudio, en su mayoría cuentan con mínimo una especie útil para el consumo de la familia, es importante que los agricultores identifiquen el potencial económico que poseen, con base en la oportunidad de diversificar sus producciones, así como la opción de destinar un área específica para la construcción de un huerto que favorezca la disponibilidad de alimentos frescos y confiables para la familia. Otro de indicador sobresaliente, es el tipo de vivienda, donde se evidencia que los agricultores cuentan en sus predios con viviendas dignas para la familia, evidenciando que la labor enfocada a la producción de cacao y agricultura en general ha sido rentable, lo cual ha permitido la construcción y adecuación de las viviendas.

**Tabla 2**

*Resultados generales de los indicadores económicos para el total de entrevistados.*

Tipo de Indicador	Nombre de Productor y número/Indicadores	Resultados generales por Indicador
Económico	IE1. Diversificación de la producción: 0 No diversifica; 1. Produce uno o dos productos; 2. Produce tres productos; 3. Produce entre 3 y 7 productos; 4. Produce más de siete productos.	2,5
Económico	IE2. Autoconsumo: 0 no aporta a autoconsumo, 1 Aporta entre 5% y 10%; 2. Aporta entre el 10% y 20%; 3. Aporta entre en 20% y 50%, 4. Aportes más del 50%	2,1
Económico	IE3. Kg de cacao producción anual: 0. No produjo el cacao; 1. Vende entre 200kg y 300kg; 2. Vende entre 300kg y 500kg; 3. vende entre 500kg y 800kg; 4. Vende más de 900kg	3,45
Económico	IE4. Acceso a otros ingresos: 0 No tienen ingresos. 1. El ingreso de la finca es el único ingreso; 2. realiza otras actividades; 3. todos los miembros de la casa realizan otras actividades; 4. Tienen ingresos de pensión o subsidios.	1,95
Económico	IE5. Acceso a capacitaciones: 0. No recibe capacitación; 1. Recibe capacitación cada que lo invitan; 2. Recibe capacitación mensual; 3. Recibe capacitación quincenal; 4. Recibe capacitación semanal.	1,1
Económico	IE6. Tipo de pago de las ventas: 0 no vende; 1. A crédito; 2. A crédito y de contado; 3 De contado.	2,8
Económico	IE7. Tenencia y tipo de vivienda: 0 no tiene, 1. Casa en madera, 2. casa en bareque, 3. Casa en cemento	2,45

*Fuente:* Elaboración propia

Para los cinco indicadores socioculturales definidos, se evidencian los resultados en la tabla 3, donde el mayor puntaje está dado para ISC1. Tenencia de la tierra (3,35), este resultado está asociado a que el mayor número de entrevistados cuenta con escritura o documento legal de sus predios, lo cual les ha permitido a acceder a créditos, así como la participación en proyectos ofrecidos por diferente instituciones locales y nacionales, que han favorecido el fortalecimiento

de los cultivos, así como los beneficios directos e indirectos al pertenecer a alguna asociación de agricultores. Así mismo, las viviendas cuentan con la disponibilidad de los servicios básicos como energía y acueducto; también se evidencia que no todos los agricultores entrevistados han culminado su formación académica básica, así como la poca participación de la mujer en las labores relacionadas con el cultivo de cacao.

**Tabla 3**

*Resultados generales de los indicadores socioculturales para el total de entrevistados.*

Tipo de Indicador	Nombre de Productor y número/Indicadores	Resultados generales por Indicador
Sociocultural	ISC1. Tenencia de la tierra: 0. Préstamo; 1. Arrendatario; 2. Compraventa o Propietario con documento; 3. Propietario con título de reforma; 4. propietario con escritura.	3,35
Sociocultural	ISC2. Educación: 0 sin formación; 1. Primaria incompleta; 2. Primaria completa; 3. Secundaria completa; 4. Formación técnica o superior.	2,4
Sociocultural	ISC3. Participación de la mujer: 0 la mujer no participa; 1. Apoya las labores de la finca; 2. La mujer toma decisiones sobre los asuntos de la finca. 3.La mujer recibe ingresos por su trabajo. 4 la mujer invierte recursos en la finca.	2,9
Sociocultural	ISC4. Acceso a servicios básicos: 0 no tiene acceso a ningún servicio; 1. Acceso a servicio de energía. 2. Acceso a servicio de energía y agua. 3. Acceso a servicio de agua, energía y telefonía. 4. Acceso a servicio de agua, energía, internet, televisión y telefonía.	2,7
Sociocultural	ISC5. Pertenece a grupo asociativo: 0 no pertenece a ningún grupo asociativo, 1. Pertenece a una asociación. 2 pertenece a dos asociaciones. 3 pertenece a la asociación y participa de forma activa. 4. Pertenece a la asociación y participa en eventos que hace la junta de acción comunal.	1,85

*Fuente:* Elaboración propia

En la figura 2, se evidencia la distribución de los indicadores asociados a los agricultores entrevistados, en este grafico se dividen dos grupos de productores, bajo manejo orgánico del cultivo y manejo convencional, la mayor diferencia entre ambos grupos está dada principalmente en los indicadores IEC4 (Relación en el uso de fertilizantes orgánicos y químicos); IEC5 (Manejo de plagas y enfermedades); ISC3 (Participación de la mujer). Por lo tanto, se afirma que la diferencia en los demás indicadores es mínima, destacando los mencionados anteriormente que están directamente relacionadas con el uso de productos de síntesis química comparado con el uso de alternativas biológicas más amigables con el ambiente.

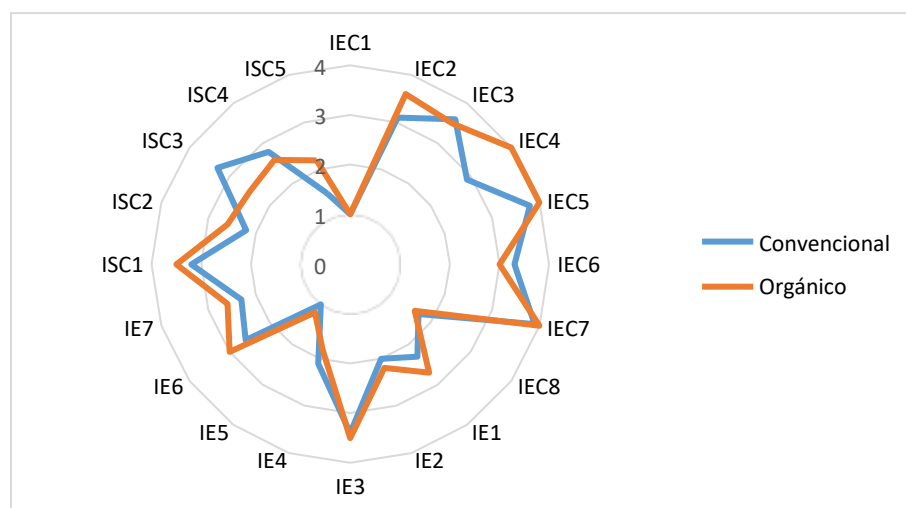
En la actualidad se han realizado pocas investigaciones que permitan cuantificar los servicios ecosistemas que están asociados al cultivo de cacao, sin embargo, las practicas basada en agroecología, agricultura tropical y agricultura orgánica, favorecen la recuperación de los suelos y la biodiversidad biológica asociada a estos sistemas, mejorando de esta manera el estado microbiológico del suelo y a su vez, la calidad del mismo, lo cual se resume en disponibilidad de nutrientes para el cultivo, de esta manera favorece el incremento de la producción y se ve reflejado en ingreso económico por cantidad y calidad de producto; Priego-Castillo et al.(2009), realizó un estudio similar, donde el análisis de los resultados se abordó bajo las categorías de los atributos y las dimensiones de sustentabilidad.

Los resultados de la comparación indican una mayor sustentabilidad para el caso orgánico con 67.75%, ya que en el convencional fue de 47.32%, para el caso orgánico se acercó más a los valores deseables debido a sus valores en los atributos de adaptabilidad, equidad y autogestión. En el análisis por dimensión de sustentabilidad, el caso orgánico obtuvo resultados más elevados de sustentabilidad, especialmente en la dimensión ambiental, como se puede apreciar en la figura 2. De esta manera, los autores realizan una conclusión importante enfocada

a que ambos sistemas pueden mejorar su nivel de sustentabilidad si se realiza un manejo agroecológico integral que contemple la actualización de los conocimientos y habilidades a través de la asistencia profesional, la participación en los mercados locales y fomente la autonomía de las unidades productivas (Priego- Castillo et al., 2009).

## Figura 2

*Relación indicadores de sostenibilidad de sistemas de producción orgánica y convencional*



Nota: IEC1. Cobertura del suelo; IEC2 Sombrío en el cultivo; IEC3 Diversidad productiva; IEC4 Relación en el uso de fertilizantes orgánicos y químicos; IEC5 Manejo de plagas y enfermedades; IEC6 Estado sanitario del cultivo; IEC7 Uso de herbicidas; IEC8 Prácticas de poda del cultivo; IE1 Diversificación de producción; IE2 Autoconsumo; IE3 Kg de cacao producción anual; IE4 Acceso a otros ingresos; IE5 Acceso a capacitaciones; IE6 Tipo de pago de las ventas; IE7. Tenencia y tipo de vivienda; ISC1 Tenencia de la tierra; ISC2 Educación; ISC3. Participación de la mujer; ISC4. Acceso a servicios básicos; ISC5 Pertenece a grupo asociativo.

*Fuente:* Elaboración propia

En términos de sustentabilidad, se obtiene el resultado más favorable para los sistemas productivos bajo el manejo orgánico (Figura 2), puesto que, las labores culturales realizadas de manera correcta y constante, favorecen el control de plagas y enfermedades que afectan la producción, así mismo, el uso de controladores biológicos que han reemplazado la aplicación de insecticidas ha facilitado el crecimiento de organismos que cumplen funciones como la polinización en el cultivo, así como el mejoramiento de la microbiota del suelo, que está directamente afectada por la aplicación de herbicidas e insecticidas. Aunado a ello, se evidencia en la figura 2, puntajes altos para los indicadores que están relacionados con el uso de fertilizantes químicos y orgánicos, uso de insecticidas, uso de herbicidas y sombrero en el cultivo, los cuales obtienen puntajes entre 4,8 y 5.0 debido a que son prácticas que los productores han implementado en sus cultivos con frecuencia, lo cual promueve el uso adecuado de los recursos, especialmente el recurso suelo, que se encuentra en constante proceso de ciclaje de nutrientes a partir de la fuente de hojarasca, a su vez se destaca que, el uso limitado de herbicidas, facilita el proceso de recuperación de los suelos a partir del trabajo realizado por los macro y microorganismos asociados.

### **Clasificación de Tipologías de Sistema**

Por otro lado, se presentan en la tabla 4, los resultados asociados a la identificación de tipologías de sistemas productivos presentes en la zona de estudio, en donde se han identificado dos tipologías con base en la estructura del arreglo agroforestal: cacao, musáceas, frutales, maderables y cacao, musáceas, frutales. Estos resultados, son positivos, puesto que existen diversos servicios ecosistémicos que están asociados a los arreglos agroforestales, entre ellos, captura de carbono, aporte de materia orgánica, avistamiento de aves, conservación de humedad

del suelo, protección de la erosión, microclimas, conservación de suelos (Zumaeta-Villanueva & Díaz-Chira, 2021).

Así mismo, se destaca la diversidad en cuanto a producción de otros productos además del cacao, a partir de la transformación que ha sucedido desde el monocultivo de cacao en sistemas sustentables de producción, disminuyendo la dependencia única de un solo producto (Drouet-Candell et al., 2019). Lo cual se evidencia en una buena rentabilidad del sistema productivo, y a su vez, la conservación de este en el tiempo, asociado a la provisión de servicios ecosistémicos se encuentra relacionado directamente al uso del suelo y las estrategias agroecológicas implementadas en cada finca (Pañuela-Cala, 2022).

#### Tabla 4

*Tipologías de fincas identificadas en el municipio de Algeciras.*

Sistema	Distribución composición de los producción	estructura de los sistemas de	Sistema fertilización orgánico	Sistema convencional
S1	Cacao, maderables	musáceas, frutales,		X
S2	Cacao, maderables	musáceas, frutales,		X
S3	Cacao, musáceas, frutales			X
S4	Cacao, maderables	musáceas, frutales,	X	
S5	Cacao, maderables	musáceas, frutales,		X
S6	Cacao, maderables	musáceas, frutales,		X
S7	Cacao, maderables	musáceas, frutales,		X
S8	Cacao, maderables	musáceas, frutales,	X	
S9	Cacao, musáceas, frutales		X	
S10	Cacao, maderables	musáceas, frutales,	X	
S11	Cacao, maderables	musáceas, frutales,		X
S12	Cacao, maderables	musáceas, frutales,	X	

S13	Cacao, maderables	musáceas,	frutales,	X	
S14	Cacao, maderables	musáceas,	frutales,		X
S15	Cacao, maderables	musáceas,	frutales,	X	
S16	Cacao, maderables	musáceas,	frutales,	X	
S17	Cacao, musáceas, frutales				X
S18	Cacao, maderables	musáceas,	frutales,	X	
S19	Cacao, musáceas, frutales				X
S20	Cacao, maderables	musáceas,	frutales,	X	

---

*Fuente:* Elaboración propia



## **Análisis financiero de sistemas productivos de cacao convencional y orgánico**

### **Proyección de Ingresos**

Se realizó el análisis financiero para una unidad productiva de 3 hectáreas de cacao, asociado a plátano y maderables (Ver tabla de costos de producción Tabla 5) Para el cálculo de los precios se tuvo en cuenta el promedio de precio de venta del cacao orgánico (fino y aroma) durante los últimos 24 meses, según información reportada en los registros de venta suministrados por la Asociación de Productores de Algeciras ASOPROCAL. Para el cálculo de los ingresos se tuvo en cuenta que el plátano ayuda al flujo de caja a partir del año 2, hasta el año 5.

Es importante resaltar que el cacao clonado inicia producción a partir de los 18 meses, pero estabiliza producción en el año 5. Para el cálculo de precios de cacao convencional se tuvo en cuenta las estadísticas de la Federación Nacional de Cacaoteros FEDECACAO, información que se contrastó con lo reportado en los registros de venta de cacao convencional suministrados por la Asociación para los últimos 24 meses.

### **Análisis Financiero**

El análisis financiero del proyecto es muy importante, porque nos informa mediante indicadores si dicho proyecto es viable o no, aun contando con factores de sensibilidad para el efecto del beneficio para llevarlo a ejecución. A continuación, en la Tabla 5, se tiene el resumen de este y el análisis de cada uno de sus índices.

**Tabla 5**

*Resumen análisis financiero para los dos sistemas de producción de cacao (Theobroma cacao L.) en el municipio de Algeciras, Huila.*

Indicadores Financieros	Cacao Convencional			Cacao Orgánico		
	Normal	Con disminución del 10% del precio de venta	Con aumento del 20% de costos de insumos y costos directos	Normal	Con disminución del 10% del precio de venta	Con aumento del 20% de costos de insumos y costos directos
TIR	24,70%	12,39%	15,25	35,49%	26,12%	28,85%
VPN \$	\$16.354.923	\$2.240.494	\$5.539.564	\$38.224.655	\$21.943.271	\$27.576.988
R: B:C	1,41	1,29	1,29	1,66	1,51	1,52

*Fuente:* Elaboración propia

Para el análisis de los sistemas se estimaron las variables económicas, tasa interna de retorno TIR; valor actual neto VAN y costo beneficio B/C. El valor de la TIR (La tasa interna de retorno, es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión) para la unidad productiva de cacao convencional arrojó un valor de 24,70%, clasificándose como un resultado positivo, lo que significa que los dineros invertidos en el proyecto, tiene una rentabilidad del 24.7%, que es mayor al compararse con la tasa interna de oportunidades TÍO del 10%, que permite afirmar que el proyecto es viable financieramente.

En cuanto al VAN, el proyecto es factible financieramente, puesto que el valor actual de flujo de fondos supera en \$ 16.348.923 al costo de la inversión. Es decir que el proyecto genera una riqueza adicional igual al VPN obtenido en relación con lo que se

obtendría al invertir en otra alternativa. De tal manera, que el dinero invertido en el proyecto rinde a una rentabilidad superior a la tasa de oportunidad empleada (10% anual).

El proyecto presenta una R: B/C de 1.41 que las unidades monetarias recibidas son mayores que las entregadas. Esta relación indica que el proyecto es atractivo, por cada peso invertido genera un valor presente \$ 0.41 de riqueza adicional, en relación con otra inversión que produzca una rentabilidad igual a la tasa de oportunidad utilizada (10%).

La biodiversidad de los agroecosistemas permite evidenciar una mayor rentabilidad, asociada a la disponibilidad de diferentes productos para el autoconsumo y la comercialización en mercados locales y regionales. En un estudio similar, realizado por Zumaeta-Villanueva, y Díaz-Chira (2021) se encontró a partir de la valoración económica, que los indicadores con mayor valor están relacionados a la biodiversidad de los agroecosistemas, obteniendo como resultado para el departamento de San Martín, ingresos netos promedio según caracterización de composición, con guaba obteniendo un ingreso neto de S/ 49.760.5889 Ha/año y un ingreso neto promedio para cultivo sin guaba de S/ 72 447.6667 Ha/año y en el departamento de Amazonas se encontró un ingreso neto promedio con guaba de S/ 48 443.3 Ha/año y sin guaba de S/ 72 173.65 Ha/año.

Así mismo, en un estudio realizado en el departamento de Santander por Durán- Castilla (2021), se evidencia que el cultivo de cacao es rentable, porque los resultados arrojan un VAN máximo de \$20.504.270, una TIR superior a 19% y una R B/C de 1,27, por tanto, se concluye que existe rentabilidad financiera en estos sistemas productivos (Durán-Castilla, 2021).

Para el análisis de rentabilidad del sistema productivo bajo cultivo orgánico, la tasa interna de retorno TIR (Tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión) es de 35,49%. Se puede observar una diferencia de 11 puntos por encima, en comparación al sistema productivo convencional, ya que la tasa interna de retorno TIR es de 24,70%. De igual manera sucede con el

VAN (Valor actual o presente de los flujos proyectados a un tiempo futuro) para el sistema productivo bajo cultivo orgánico es de \$38.224.655 y en el sistema productivo convencional el valor está por debajo con \$16.348.923, lo que traduce mayores beneficios futuros proyectados y de esta forma mayor rentabilidad de la inversión en el sistema productivo bajo cultivo orgánico. Y en la relación beneficio/costo B/C para el sistema productivo bajo cultivo orgánico es del 1,66. Lo cual indica que por cada peso invertido se ganan 66 pesos, superior al resultado de la relación beneficio costo B/C del sistema productivo convencional el cual arrojó un valor de 1,41.

Este resultado tan diferenciado está asociado a los beneficios indirectos que poseen los sistemas bajo producción orgánica, así como el valor superior de los ingresos, puesto que el cacao producido bajo esta modalidad se paga a mejor precio que el precio estándar suministrado al cacao convencional, por tanto, los indicadores financieros permiten observar la fortaleza económica con respecto a la rentabilidad que ostenta este tipo de sistema productivo, por tal razón partiendo de un buen impacto ambiental y ahora una óptima viabilidad económica se deduce que el proyecto es aplicable en el municipio de Algeciras y regiones que cuenten con características agroambientales similares.

Con el anterior análisis, se puede concluir, que, desde el punto de vista financiero, el proyecto con cacao orgánico es mucho más beneficioso, pues genera más rentabilidad, más riqueza adicional y mejor relación beneficio/costo, trabajando en ambos casos para una TIO de 10%, lo que resulta recomendable, su ejecución.

### **Análisis de Sensibilidad**

Se ha contemplado para en este proyecto modificaciones en las siguientes variables, que son consideradas de mayor incidencia en el desarrollo de este proyecto: en el escenario 1. en

ingresos por ventas una disminución del 10% del valor de venta de cacao; el escenario 2, corresponde al aumento del 20% en los costos de insumos y mano de obra directa.

Para el sistema productivo convencional, los resultados del escenario 1 fueron los siguientes: La TIR pasa de 24,70% a 12,39%. La relación costo beneficio pasa de 1,41 a 1,29 y el VAN de \$16.348.923 a \$ \$2.240.494.

Se puede evidenciar con este análisis, que, aunque la TIR es mayor a la TIO, el proyecto si es sensible con relación a esta variable, ya que la TIR se disminuye en 12 puntos, quedando en 12,39% muy cerca de la TIO que para el análisis del sistema productivo es de 10%.

Al hacer el análisis de sensibilidad del precio en el sistema productivo de manejo orgánico, encontramos que la TIR pasa de 35,49% a 26,12%, la relación costo beneficio pasa de 1,66 a 1,51 y el VAN de \$38.224.655 a \$21.943.271.

Por el análisis anterior, se deduce que la TIR es mayor a la TIO, aunque disminuye en 9 puntos, el proyecto sigue siendo muy rentable con TIR del 26,12%, la cual se aconseja en este tipo de agronegocios, por lo que el sistema productivo de manejo orgánico no es sensible con relación a esta variable.

En conclusión, para este escenario 1 (disminución del 10% del precio de venta), es más sensible la producción de cacao convencional, que el sistema productivo de cacao orgánico, pues los índices financieros así lo demuestran, ya que este último arroja mejores índices financieros, aunque ambos sistemas son factibles, hay uno que demuestra ser mejor desde la rentabilidad del agronegocio.

En el escenario 2, se aumentan los costos de producción: Se aumentó en un 20% el costo de los insumos y mano de obra directos. En el sistema productivo convencional La TIR pasa de 24,70% a 15,25%. La relación costo beneficio pasa de 1,41 a 1,29 y el VAN de \$16.348.923 a \$

\$5.399.564. Se evidencia con este análisis, que el sistema productivo convencional también es sensible al aumento de esta variable, ya que la TIR disminuye al 15,25%, una tasa interna de retorno que está por debajo de los indicadores financieros considerados para este tipo de agronegocios.

Para el sistema productivo con manejo orgánico La TIR pasa de 35,49% a 28,85%. La relación costo beneficio pasa de 1,66 a 1,52 y el VAN de \$38.224.655 a \$27.576.988. Se evidencia con este análisis, que el proyecto no es sensible al aumento de esta variable, ya que la TIR se disminuye en 6 puntos, continúa arrojando indicadores positivos por encima de la media para este tipo de agronegocios. Lo que finalmente demuestra, que vale la pena apostarle a los sistemas productivos orgánicos que ostentan mayor viabilidad financiera, sumado a las bondades para los ecosistemas anteriormente mencionadas.

Para este escenario 2 (Aumento del 20% en costos de insumos y mano obra directa). sigue la misma tendencia que en el escenario 1, es decir, en ambos casos (cacao convencional y cacao orgánico), también arroja mejores resultados para el proyecto del cacao orgánico, donde los índices financieros son más favorables, aun cuando también financieramente son factibles en ambos sistemas.

## Conclusiones

Al finalizar este proyecto de investigación, se tienen conclusiones pertinentes, que tiene que ver con el agronegocio, esta investigación permite concluir que una mayor productividad (en términos de rendimientos) no se traduce necesariamente en mayor rentabilidad, en el análisis realizado se evidencia que en el cultivo de cacao orgánico en cuanto al número de kilos producidos por hectárea es inferior al número de kilos en el cultivo convencional, sin embargo, el producto con certificación orgánica puede acceder a mercados especializados, en donde se reconoce el precio justo y de esta forma en términos económicos es más rentable.

En cuando a los indicadores generados en el presente trabajo de investigación, se valida la importancia de analizar la sustentabilidad de las unidades productivas de una perspectiva integral, per permita evidenciar la relación que pueden impartir los factores que se creen son externos al sistema productivo, pero que, a su vez, influyen de manera directa e indirecta en la estabilidad de las familias agricultoras.

El análisis financiero concluye, que el proyecto con cacao orgánico es mucho más interesante y llamativo, pues genera más rentabilidad, (TIR. 35.49%), más riqueza adicional (VAN de \$38.224.655) y mejor relación: B/C (1.66), que el cacao convencional (TIR: 24.7%, VAN de \$16.348.923 y relación: B/C= 1.41), respectivamente trabajando em ambos casos para una TIO de 10%, lo que resulta favorable factible y recomendable, su ejecución.

El análisis de Sensibilidad, con los dos escenarios 1. Disminución del 10% en el precio de venta y el escenario 2 (Aumento del 20% en costos de insumos y mano de obra), los índices, resultan más favorables de nuevo, para el cacao convencional, respecto al cacao, convencional, por las bondades, características organolépticas y mercado del primero exclusivo del mismo.

Es importante reconocer que el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico puede tener efectos sociales y ambientales considerables en todos los niveles, pues la distribución del ingreso, el mejoramiento del bienestar de la comunidad, la búsqueda del pleno empleo, la estabilidad en los precios, la eficiencia en el uso de recursos, se mejoran, sin que se pueda alejar de otros sistemas como el político, el social o institucional.

El proyecto propuesto ayuda a dinamizar la economía de la región y del departamento del Huila, ya que permite contribuir a mejorar ingresos de forma directa e indirecta, teniendo un mejor poder de negociación por parte de productores y la oportunidad de ganar mercados regionales, nacionales y aún internacionales, ante la globalización de la economía. Esto ayuda indudablemente a mejorar la calidad de vida de los habitantes y las condiciones sociales de los mismos.

La posibilidad que con este proyecto de alterar el equilibrio que se origina básicamente en el uso de los recursos, no es factible, pues el efecto es poco y lo que se busca conservar, preservar los recursos naturales, mediante un manejo eficiente, para mejorar la calidad de vida de las futuras generaciones.

Es preciso afirmar, que la única manera de aumentar la utilidad y la rentabilidad de las operaciones es reduciendo los costos fijos por unidad de producto, esto solo se logra con el aumento de la productividad o consiguiendo un sobreprecio en el mercado por cacao fino y aroma, es decir características sensoriales, bonos por conservación de la biodiversidad o bonos por captura de carbono.

Finalmente, que este proyecto de investigación es un claro marco para la proyección del agronegocio con cacao orgánico y aún convencional y se perfila con atributos de generar un mercado llamativo, que genera rentabilidad e ingresos para la región y aún para Colombia.



## **Recomendaciones**

A partir del desarrollo de la presente investigación, se han formulado algunas recomendaciones que son pertinentes para complementar este tipo de estudios, con el fin de impactar en el sector productivo y en la academia:

Se recomienda en próximas investigaciones referentes enfocar las temáticas hacia a la cuantificación de los servicios ecosistémicos asociados a los agroecosistemas orgánicos.

En primer lugar, es importante que en futuras investigaciones se realice una evaluación económica que analice la rentabilidad asociada a los indicadores ambientales generados en la presente investigación.

Se sugiere abordar el tema de aspectos administrativos asociados a las actividades de almacenamiento, distribución, logística y gastos de comercialización del producto mediante un análisis económico;

Finalmente, pero no menos importante, se identifica la necesidad de hacer una investigación de mercados especializados en la comercialización de cacao orgánico, en donde se atribuya valor comercial a las características especiales del cacao fino y aroma del municipio de Algeciras.

**Tabla 6**

*Información de costos de un sistema productivo de cacao orgánico con un área mínima de 3 ha, donde el 100% de la producción será vendido como cacao orgánico (fino y aroma).*

Tabla de los costos											
Concepto	2022 (Año 0)	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Costos y gastos de producción cacao		\$ 15.172.500	\$ 15.703.538	\$ 16.253.161	\$ 16.822.022	\$ 17.410.793	\$ 18.020.170	\$ 18.650.876	\$ 19.303.657	\$ 19.979.285	\$ 20.678.560
Costos y gastos de producción plátano		\$ 2.600.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 500.000						
Transporte (CMV)		\$ 359.686	\$ 372.275	\$ 385.305	\$ 398.791	\$ 412.748	\$ 427.194	\$ 442.146	\$ 457.621	\$ 473.638	\$ 490.215
Total, costos operativos		\$ 18.132.186	\$ 17.075.813	\$ 17.638.466	\$ 17.720.813	\$ 17.823.541	\$ 18.447.365	\$ 19.093.023	\$ 19.761.279	\$ 20.452.923	\$ 21.168.776

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 7**

*Información de ingresos de un sistema productivo de cacao orgánico con un área mínima de 3 ha, donde el 100% de la producción será vendido como cacao orgánico (fino y aroma).*

		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Concepto	2022 (Año 0)	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
precio cacao orgánico (Kilogramo)	10.456	10.822	11.201	11.593	11.999	12.418	12.853	13.303	13.769	14.250	14.749
Precio cacao convencional (Kilogramo)	7.632	7.899	8.176	8.462	8.758	9.064	9.382	9.710	10.050	10.402	10.766
Cant. Cacao orgánico		770	1.924	2.180	2.565	2.565	2.565	2.565	2.565	2.565	2.565
cant. Cacao convencional											
Cant. Total	-	770	1.924	2.180	2.565	2.565	2.565	2.565	2.565	2.565	2.565
Ingreso cacao orgánico		8.327.498	21.547.402	25.275.102	30.776.154	31.853.319	32.968.185	34.122.072	35.316.344	36.552.416	37.831.751
Ingreso cacao convencional		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingresos no operacionales (Plátano)		11.364.300	7.057.230	3.895.591	2.771.957	-	-	-	-	-	-
Ingreso total		\$ 19.691.798	\$ 28.604.632	\$ 29.170.693	\$ 33.548.110	\$ 31.853.319	\$ 32.968.185	\$ 34.122.072	\$ 35.316.344	\$ 36.552.416	\$ 37.831.751

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 8**

*Valoración del proyecto análisis financiero sistemas de producción bajo manejo orgánico.*

Valoración del proyecto											
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utilidad Operativa		-\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Depreciación		440.388	9.528.819	9.532.227	13.827.298	12.029.778	12.520.820	13.029.049	13.555.066	14.099.493	14.662.975
Inversiones	\$	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
	71.028.495										
Flujo de Caja Operativo		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Impuestos operativos	Cuota de fomento 3%	1.559.612	11.528.819	11.532.227	15.827.298	14.029.778	14.520.820	15.029.049	15.555.066	16.099.493	16.662.975
Flujo de caja libre		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Factor de Descuento			10.076.294	9.975.902	12.777.789	10.378.704	9.946.258	9.531.831	9.134.671	8.754.060	8.389.308
Valor Presente del FCL	-\$	20.000.000	690.213	8.882.397	8.773.974	12.904.013	11.074.179	11.531.775	12.005.387	12.495.575	13.002.921
VPN	\$	38.224.655									
TIR		35,49%									

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 9**

*Tabla de ingresos obtenidos del sistema de producción bajo manejo convencional.*

	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Tabla de los ingresos											
Concepto	2022 (Año 0)	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
precio cacao orgánico (Kilogramo)	10.456	10.822	11.201	11.593	11.999	12.418	12.853	13.303	13.769	14.250	14.749
Precio cacao convencional (Kilogramo)	7.632	7.899	8.176	8.462	8.758	9.064	9.382	9.710	10.050	10.402	10.766
Cant. Cacao orgánico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cant. Cacao convencional		1.200	2.250	2.550	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Cant. Total		1.200	2.250	2.550	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Ingreso cacao orgánico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingreso cacao convencional		9.478.944	18.395.076	21.577.424	26.273.687	27.193.266	28.145.030	29.130.106	30.149.660	31.204.898	32.297.069
Ingresos no operacionales (Plátano)		11.364.300	7.057.230	3.895.591	2.771.957	-	-	-	-	-	-
Ingreso total		\$ 20.843.244	\$ 25.452.306	\$ 25.473.015	\$ 29.045.643	\$ 27.193.266	\$ 28.145.030	\$ 29.130.106	\$ 30.149.660	\$ 31.204.898	\$ 32.297.069

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 10**

*Información de costos de producción de un sistema de producción de cacao con manejo convencional.*

Concepto	2022 (Año 0)	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Costos y gastos de producción		\$ 15.602.400	\$ 16.148.484	\$ 16.713.681	\$ 17.298.660	\$ 17.904.113	\$ 18.530.757	\$ 19.179.333	\$ 19.850.610	\$ 20.545.381	\$ 21.264.470
Costos y gastos de producción plátano		\$ 2.600.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 500.000						
Transporte (CMV)		\$ 560.914	\$ 580.546	\$ 600.865	\$ 621.896	\$ 643.662	\$ 666.190	\$ 689.507	\$ 713.640	\$ 738.617	\$ 764.469
Total, costos operativos		\$ 18.763.314	\$ 17.729.030	\$ 18.314.546	\$ 18.420.555	\$ 18.547.775	\$ 19.196.947	\$ 19.868.840	\$ 20.564.250	\$ 21.283.998	\$ 22.028.938

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 11***Valoración bajo sistema de producción convencional.*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utilidad Operativa		\$ 2.679.930	\$ 6.723.276	\$ 6.158.469	\$ 9.125.088	\$ 6.645.491	\$ 6.948.083	\$ 7.261.266	\$ 7.585.410	\$ 7.920.899	\$ 8.268.131
Depreciación		\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Inversiones	\$ 69.125.132										
Flujo de Caja Operativo		\$ 4.679.930	\$ 8.723.276	\$ 8.158.469	\$ 11.125.088	\$ 8.645.491	\$ 8.948.083	\$ 9.261.266	\$ 9.585.410	\$ 9.920.899	\$ 10.268.131
Impuestos operativos		\$ 284.368	\$ 551.852	\$ 647.323	\$ 788.211	\$ 815.798	\$ 844.351	\$ 873.903	\$ 904.490	\$ 936.147	\$ 968.912
Flujo de caja libre		\$ 4.395.561	\$ 8.171.423	\$ 7.511.146	\$ 10.336.877	\$ 7.829.693	\$ 8.103.732	\$ 8.387.363	\$ 8.680.920	\$ 8.984.753	\$ 9.299.219
Factor de Descuento			\$ 7.566.133	\$ 6.954.765	\$ 8.862.206	\$ 6.215.463	\$ 5.956.485	\$ 5.708.298	\$ 5.470.452	\$ 5.242.517	\$ 5.024.079
Valor Presente del FCL VPN	-\$ 20.000.000	\$ 2.395.561	\$ 6.171.423	\$ 5.511.146	\$ 8.336.877	\$ 5.829.693	\$ 6.103.732	\$ 6.387.363	\$ 6.680.920	\$ 6.984.753	\$ 7.299.219
TIR											24,70%

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 12**

*Escenario 2 Análisis de sensibilidad costos de producción Sistema convencional de producción.*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utilidad Operativa		\$ 1.732.035	\$ 4.883.768	\$ 4.000.726	\$ 6.497.719	\$ 3.926.164	\$ 4.133.580	\$ 4.348.255	\$ 4.570.444	\$ 4.800.410	\$ 5.038.424
Depreciación		\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Inversiones	\$ 69.125.132										
Flujo de Caja Operativo		\$ 3.732.035	\$ 6.883.768	\$ 6.000.726	\$ 8.497.719	\$ 5.926.164	\$ 6.133.580	\$ 6.348.255	\$ 6.570.444	\$ 6.800.410	\$ 7.038.424
Impuestos operativos		\$ 255.931	\$ 496.667	\$ 582.590	\$ 709.390	\$ 734.218	\$ 759.916	\$ 786.513	\$ 814.041	\$ 842.532	\$ 872.021
Flujo de caja libre		\$ 3.476.104	\$ 6.387.101	\$ 5.418.136	\$ 7.788.330	\$ 5.191.946	\$ 5.373.664	\$ 5.561.742	\$ 5.756.403	\$ 5.957.877	\$ 6.166.403
Factor de Descuento			\$ 5.913.983	\$ 5.016.792	\$ 6.677.237	\$ 4.121.534	\$ 3.949.804	\$ 3.785.228	\$ 3.627.511	\$ 3.476.364	\$ 3.331.516
Valor Presente del FCL VPN	-\$ 20.000.000	\$ 1.476.104	\$ 4.387.101	\$ 3.418.136	\$ 5.788.330	\$ 3.191.946	\$ 3.373.664	\$ 3.561.742	\$ 3.756.403	\$ 3.957.877	\$ 4.166.403
TIR											12,39%

*Fuente:* Elaboración propia



**Tabla 13**

*Escenario 1 Análisis de sensibilidad costos de producción Sistema convencional de producción.*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utilidad Operativa		\$ 1.119.690	\$ 5.108.427	\$ 4.487.100	\$ 7.395.222	\$ 4.855.079	\$ 5.095.007	\$ 5.343.332	\$ 5.600.349	\$ 5.866.361	\$ 6.141.684
Depreciación		\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Inversiones	\$ 69.125.132										
Flujo de Caja Operativo		\$ 3.119.690	\$ 7.108.427	\$ 6.487.100	\$ 9.395.222	\$ 6.855.079	\$ 7.095.007	\$ 7.343.332	\$ 7.600.349	\$ 7.866.361	\$ 8.141.684
Impuestos operativos		\$ 284.368	\$ 551.852	\$ 647.323	\$ 788.211	\$ 815.798	\$ 844.351	\$ 873.903	\$ 904.490	\$ 936.147	\$ 968.912
Flujo de caja libre		\$ 2.835.321	\$ 6.556.575	\$ 5.839.778	\$ 8.607.011	\$ 6.039.281	\$ 6.250.656	\$ 6.469.429	\$ 6.695.859	\$ 6.930.214	\$ 7.172.772
Factor de Descuento			\$ 6.070.903	\$ 5.407.202	\$ 7.379.125	\$ 4.794.176	\$ 4.594.419	\$ 4.402.985	\$ 4.219.527	\$ 4.043.714	\$ 3.875.225
Valor Presente del FCL	-\$ 20.000.000	\$ 835.321	\$ 4.556.575	\$ 3.839.778	\$ 6.607.011	\$ 4.039.281	\$ 4.250.656	\$ 4.469.429	\$ 4.695.859	\$ 4.930.214	\$ 5.172.772
VPN	\$ 5.399.564										
TIR	15,25%										

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 14**

*Escenario 1 Análisis de sensibilidad precio sistemas de producción bajo manejo orgánico.*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utilidad		-\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Operativa		1.273.138	7.374.079	7.004.717	10.749.682	8.844.446	9.224.002	9.616.842	10.023.431	10.444.251	10.879.800
Depreciación		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Inversiones	\$										
	71.028.495										
Flujo de		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Caja Operativo		726.862	9.374.079	9.004.717	12.749.682	10.844.446	11.224.002	11.616.842	12.023.431	12.444.251	12.879.800
Impuestos operativos		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Cuota de fomento 3%		224.842	581.780	682.428	830.956	860.040	890.141	921.296	953.541	986.915	1.021.457
Flujo de caja libre		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
		502.020	8.792.299	8.322.289	11.918.726	9.984.407	10.333.861	10.695.546	11.069.890	11.457.336	11.858.343
Factor de Descuento			\$ 8.141.018	\$ 7.705.823	\$	\$ 7.925.944	\$	\$ 7.279.209	\$ 6.975.908	\$	\$
Valor Presente del FCL	-\$	-\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	20.000.000	1.497.980	6.792.299	6.322.289	9.918.726	7.984.407	8.333.861	8.695.546	9.069.890	9.457.336	9.858.343

---

VPN	\$
	21.943.271
TIR	26,12%

---

*Fuente:* Elaboración propia



---

VPN	\$
	27.576.988
TIR	28,85%

---

*Fuente:* Elaboración propia

### Referencias Bibliográficas

- Acevedo-Osorio, A., Ortiz-Przychodzka, S., & Ortiz-Pinilla, J. E. (2020). *Aportes de la agrobiodiversidad a la sustentabilidad de la agricultura familiar en Colombia. Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(2), 1-18.  
<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2992/1444>
- Aguilar-González, X., Ronquillo-Cedillo, I., Ávila-Nájera, D. M., Rodríguez-Hernández, C., Pedraza-Mandujano, J., & Martínez-Jiménez, D. L. (2022). *Riesgos a la salud por el uso de herbicidas. Producción Agropecuaria Y Desarrollo Sostenible*, 10(1), 23–33.  
<https://doi.org/10.5377/payds.v10i1.13341>
- Bórtoli, P. V., Verdenelli, R. A., Conforto, C., Vargas Gil, S., & Meriles, J. M. (2012). *Efectos del herbicida glifosato sobre la estructura y el funcionamiento de comunidades microbianas de dos suelos de plantaciones de olivo. Ecología austral*, 22(1), 33-42.  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2012000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2012000100004&lng=es&tlng=es).
- Cely, L. (2017). *Oferta productiva del cacao colombiano en el posconflicto. Estrategias para el aprovechamiento de oportunidades comerciales en el marco del acuerdo comercial Colombia-Union Europea. Equidad y Desarrollo*, 1(28), 167-195.
- Charry, A., Castro-Llanos, F., & Castro-Núñez, A. (2019). Colombian cacao, forests and peace initiative= *Estudio de línea base de la cadena del cacao en Colombia. CIAT*.  
[https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/102209/CIAT\\_CBP\\_201905.pdf?seque](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/102209/CIAT_CBP_201905.pdf?seque)
- Drouet-Candell, A.; Valarezo-Beltrón, O.; Camacho-Abril, J.; García-Vásquez, G. (2019). *Promotores de sustentabilidad para sistemas agroforestales de cacao (Theobroma cacao*

- L.) en Madre de Dios (Perú) y San Plácido (Ecuador). *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 6(2) pág. 76-81. DOI: 10.26423/rctu.v6i2.478
- Durán-Castilla, C. E. (2021). *Evaluación de la Rentabilidad del Cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.) en el Departamento de Santander (Colombia)*. In *Vestigium Ire*, 15(1), 83-104. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/2374>
- MADR. (2019). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales-EVA 2007-2019*. Agronet.
- Martínez Atencia, J. C., Novoa Yáñez, R. S., Martínez Botello, D. H., Espinosa Carvajal, M. R., Martínez Reina, A. M., Grandett Martínez, L. M., Contreras Santos, J. L., & Rodríguez Pinto, M. V. (2022). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el departamento de Sucre*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7405477>
- Nair, P. K. (2021). *Cocoa (Theobroma cacao L.) En: Tree Crops : Harvesting Cash Crops*. K. P. Nair (Ed.), pp 153–213. Springer International Publishing: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62140-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62140-7_5)
- Peñuela- Cala, A. (2022). *Sistemas agroforestales y servicios ecosistémicos*. El caso de siete agricultores familiares del municipio de Ventaquemada en Boyacá. Tesis. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/58377>
- Pilaloo-David, W., Pérez -Vaca, D., Alvarado-Aguayo, A., & Torres-Sánchez, S. (2021). *Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal*. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(15), 70-85.
- Priego-Castillo, G. A., Galmiche-Tejeda, A., Castelán-Estrada, M., Ruiz-Rosado, O., & Ortiz-Ceballos, A. (2009). *Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de*

- cacao: estudios de caso de unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. Universidad y ciencia*, 25(1), 39-57.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792009000100003&script=sci\\_arttex](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792009000100003&script=sci_arttex)
- Quiñonez, É. P. S., Monserrate, R. A. R., & López, S. C. S. (2018). *La viabilidad de un proyecto, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR)*. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(17), 9-15.
- Sánchez-Mora, F. D., Medina-Jara, M., Díaz-Coronel, G. T., Ramos-Remache, R. A., F. Vera-Chang, J., Vásquez-Morán, V. F., . . . Onofre-Nodari, R. (2015). *Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador*. *Revista Fitotecnia Mexicana Vol. 38 (3)*, 265-274.
- UNESCO. (2018). *Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos. Mexico: UNESCO, UNAM*.
- Viera-Arroyo, W. F., Tello-Torres, C. M., Martínez-Salinas, A. A., Navia-Santillán, D. F., Medina-Rivera, L. A., Delgado-Párraga, A. G., ... & Jackson, T. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149.
- Zin, N.A, Badaluddin, N.A. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Ann Agric Sci* 65(2): 168-178.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.09.003>
- Zumaeta-Villanueva, S., & Díaz-Chira, A. S. (2021). Caracterización y valoración económica en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.) en los departamentos de



Amazonas y San Martín. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales E Ingeniería*, 2(3), 39–46. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i3.602>