

PLAN DE NEGOCIO PARA EL CULTIVO DE CACAO (THEOBROMA CACAO) BAJO UN
SISTEMA AGROFORESTAL EN EL MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORO (CASANARE)



CARLOS EDUARDO TORRES TARACHE



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO
2020

PLAN DE NEGOCIO PARA EL CULTIVO DE CACAO (THEOBROMA CACAO) BAJO UN
SISTEMA AGROFORESTAL EN EL MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORO (CASANARE)

CARLOS EDUARDO TORRES TARACHE

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero ambiental, en la
modalidad de emprendimiento

Directora

DIANA ESPERANZA GÓMEZ GÓMEZ

ADMINISTRADORA AMBIENTAL

ESPECIALISTA EN ADMINISTRACIÓN Y SALUD OCUPACIONAL

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

VILLAVICENCIO

2020

Autoridades Académicas

P. JOSÉ GABRIEL MESA ANGULO, O. P.

Rector General

P. EDUARDO GONZÁLEZ GIL, O. P.

Vicerrector Académico General

P. JOSE ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. RODRIGO GARCIA JARA, O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRAN

Decana de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Nota De Aceptación

YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRAN

Decano de Facultad

DIANA ESPERANZA GÓMEZ GÓMEZ

Director Trabajo de Grado

JORGE ARTURO BOLAÑOS BRICEÑO

Jurado

JESÚS ALEJANDRO GARTNER TREJOS

Jurado

Villavicencio, septiembre del 2020

Tabla de contenido

	Pág
Resumen.....	10
Introducción	14
Planteamiento del problema.....	16
Descripción del problema	16
Formulación en torno al problema.....	16
Objetivos	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos	19
Justificación	20
Metodología	23
Antecedentes	27
Marco conceptual y Legislativo.....	30
Planta y fruto de cacao	30
Condiciones óptimas de cultivo	32
Marco legal y Administrativo	34
Sector o actividad económica del modelo de negocios (marco legislativo)	34
Evaluación económica del sistema agroforestal	35
Indicadores de rentabilidad	36
Etapas del análisis económico	37
Sistema agroforestal.....	39
Estado del arte.....	40
Resultados	45

Plan de negocio para el cultivo de cacao bajo un sistema agroforestal	6
Análisis de sector: Villa Mónica y su potencial cacaotero	45
Ubicación y extensión territorial.....	46
Estudio estadístico de la entrevista	47
Estudio de mercado.....	54
Conceptualización del producto principal: cacao colombiano de fino aroma	54
Análisis técnico y ambiental	60
Theobroma cacao	60
Musa paradisíaca:.....	61
Estudio técnico-ambiental del área piloto del sistema agroforestal.....	63
Flora de Paz de Ariporo	63
Fauna de Paz de Ariporo.....	64
Descripción de suelos	64
Análisis químico del suelo	66
Diseño de siembra agroforestal.....	68
Proceso de producción agroforestal	69
Análisis financiero del proyecto agroforestal	73
Capacidad de producción.....	74
Costos de producción.....	75
Indicadores económicos.....	78
Valor presente neto (VNP).....	79
Análisis de la tasa interna de retorno (TIR)	80
Punto de equilibrio	80
Periodo de recuperación de la inversión	82
Estructura organizacional.....	83
Visión.....	85

Misión	85
Análisis y discusión de resultados	86
Conclusiones	88
Bibliografía	90

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Análisis DOFA.	21
Tabla 2. Correlación de Actividades en la Metodología de la Construcción del Modelo de Negocio de Sistema Agroforestal: Cacao-Plátano-Bucare Ceibo	25
Tabla 3. Marco legislativo que enmarca agronegocios de sistemas agroforestales.	35
Tabla 4. Cuadro comparativo entre los Indicadores de Rentabilidad (VAN y TIR).	36
Tabla 5. Hatos y extensión de tierras relacionadas con las personas entrevistadas.	50
Tabla 6. Requerimientos ecológicos y fisiológicos del cultivo de Theobroma Cacao.	60
Tabla 7. Requerimientos Ecológicos y Fisiológicos de la Musa Paradisiaca.	62
Tabla 8. Características climatológicas, ecosistémicas y edáficas del territorio de Finca Villa Mónica	65
Tabla 9. Propiedades y Composición Química de los suelos de la región.	66
Tabla 10. Producción anual de especie agrícola del sistema por hectárea por año.	74
Tabla 11. Costos fijos de instalación de sistema agroforestal propuesto.	75
Tabla 13. Costos operativos del sistema agroforestal en Villa Mónica.	78
Tabla 14. Valor Presente Neto del sistema agroforestal.	79
Tabla 15. Tasa Interna de Retorno del sistema agroforestal.	80
Tabla 16 Determinantes y cofactores del punto de equilibrio para el agronegocio.	81

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Formulación del problema.....	17
Figura 2. Esquema de producción mixta	34
Figura 3. Paz de Ariporo.....	46
Figura 4. Casa villa Mónica	47
Figura 5. Pregunta de lugar de origen a los encuestados.....	48
Figura 6. Pregunta a los encuestados acerca de propiedad de grandes terrenos	48
Figura 7. Frecuencia Muestral de Actividades Económicas como uso de suelos y recursos en zona rural de Paz de Ariporo.....	49
Figura 8. Distribución de respuesta a ítem 5 de entrevista.....	51
Figura 9. Distribución de Respuestas al ítem 6 de la entrevista	51
Figura 10. Distribución de respuestas al ítem 7 de la entrevista.....	52
Figura 11. Distribución de respuestas al ítem 8 de la entrevista realizada	53
Figura 12. Distribución de respuestas al ítem 9 de la entrevista realizada.....	53
Figura 13. Distribución de respuestas al ítem 10 de la entrevista realizada	54
Figura 14. Grano de Cacao seco junto a grano de cacao cultivado	55
Figura 15. Exportación de Cacao en Bruto (\$M USD) a nivel mundial	58
Figura 16. Importaciones de Cacao en Bruto (\$M USD) a nivel mundial	58
Figura 17. Exportaciones de Cacao en Bruto (Colombia).....	59
Figura 18. Arreglo agroforestal entre las especies seleccionadas para cultivo: Cacao, Plátano Criollo y Bucaré Ceibo	69

Resumen

El presente documento constituye la propuesta de un Plan de Negocios para cultivar cacao (*Theobroma Cacao*) tipo exportación, aplicado a un sistema agroforestal combinando la especie agrícola de interés con el plátano criollo (*Musa Paradisiaca*) y el Bucare Ceibo (*Erythrina Poeppigiana*), que brindan un servicio ecológico al cacao y son fuente de ingresos del proyecto, haciéndolo viable financieramente al corto plazo. Para el desarrollo de cultivo agroforestal se dispone de 118 hectáreas de tierra, ubicadas en la zona rural del municipio de Paz de Ariporo, en el departamento del Casanare, cuyas condiciones climatológicas y su cercanía a fuentes hídricas óptimas para el riego, se postulan como potenciales considerables para la producción de cacao de semilla con un perfil sensorial y fisicoquímico de tipo exportación.

La región de la Orinoquía, y en particular el Casanare cuenta con una extensa frontera agrícola, beneficiada por la presencia de un gran número de cuerpos de agua (ríos, riachuelos, caños y esteros), sin embargo, la constitución del sustrato, en su mayor parte franco arcillosa, siempre ha sido una dificultad técnica para los agricultores de la región, que en sus prácticas encuentran solución en el monocultivo de especies transitorias o perennes, como el arroz y la palma de aceite, que exigen la deforestación del bosque nativo de la alta amazonia, el desgaste del suelo por un mal uso ecológico del mismo, la erosión y los recientes fenómenos de sequía que en consecuencia afectan gravemente la economía de la comunidad llanera. A esto se le suma que, durante los últimos 30 años, la minería del petróleo ha sido prolífera en el Casanare, abarcando el 80% de los ingresos netos en el departamento, aplicando técnicas agresivas y contaminantes de los ecosistemas, principalmente los acuáticos (Gobernación de Casanare, 2019).

Debido a la situación socioeconómica y ambiental en la región, es necesario ejecutar proyectos agroforestales que diversifiquen la producción agrícola, generen un aumento en la tasa de ocupación y empleo, recuperen los ecosistemas, cuiden los cuerpos de agua y se extiendan a vidas medias considerables (de 30 a 35 años de producción agrícola).

La participación de Colombia en el mercado internacional del cacao es baja con respecto a otros países de la región, a pesar de que este producto agrícola es de alto valor frente a otros similares, y es altamente demandado en Centro y Norteamérica, y los países de Europa Occidental. Esta circunstancia se convierte en una ventana de oportunidad para proponer al cacao como una

excelente opción a implementar en un sistema agroforestal, junto con otras especies botánicas endémicas que le presten servicios ecológicos a la plantación de esta semilla, y que produzcan de forma paralela ingresos financieros al proyecto.

En su extensión, este trabajo desarrolla un estudio económico y de viabilidad del proyecto, propone el arreglo óptimo para abarcar 6 de las 118 hectáreas dispuestas, analiza el impacto ambiental que supone la realización del cultivo agro forestal y presenta un balance de costos y de operación, que en su conjunto significa la implementación del cultivo de cacao en un Sistema Agroforestal.

Palabras claves: Producción agrícola, estudio económico, cultivo de cacao, sistema agroforestal

Abstract

This document constitutes the proposal of a Business Plan to grow cacao (*Theobroma Cacao*) type export, applied to an agroforestry system combining the agricultural species of interest with the Creole plantain (*Musa Paradisiaca*) and the Bucare Ceibo (*Erythrina Poeppigiana*), which They provide an ecological service to cocoa and are a source of income for the project, making it financially viable in the short term. For the development of agroforestry cultivation, 118 hectares of land are available, located in the rural area of the municipality of Paz de Ariporo, in the department of Casanare, whose climatic conditions and its proximity to optimal water sources for irrigation, are postulated as potential considerable for the production of seed cocoa with an export-type sensory and physicochemical profile.

The Orinoquía region, and in particular Casanare has an extensive agricultural frontier, benefited by the presence of a large number of bodies of water (rivers, streams, streams and estuaries), however, the constitution of the substrate, in its Most of it is clay loam, it has always been a technical difficulty for farmers in the region, who in their practices find a solution in the monoculture of transitory or perennial species, such as rice and oil palm, which require the deforestation of the native forest of the high Amazon, the erosion of the soil due to its poor ecological use, erosion and the recent phenomena of drought that consequently seriously affect the economy of the llanera community. To this is added that, during the last 30 years, oil mining has been prolific in Casanare, covering 80% of the net income in the department, applying aggressive techniques and polluting ecosystems, mainly aquatic ones (Gobernación de Casanare, 2019).

Due to the socioeconomic and environmental situation in the region, it is necessary to execute agroforestry projects that diversify agricultural production, generate an increase in the rate of occupation and employment, recover ecosystems, take care of water bodies and extend to considerable half-lives (30 to 35 years of agricultural production).

Colombia's participation in the international cocoa market is low compared to other countries in the region, despite the fact that this agricultural product is of high value compared to other similes, and is highly demanded in Central and North America, and the countries of Western Europe. This circumstance becomes a window of opportunity to propose cocoa as an excellent

option to be implemented in an agroforestry system, together with other endemic botanical species that provide ecological services to the planting of this seed, and that produce financial income in parallel. to the project.

In its extension, this work develops an economic and feasibility study of the project, proposes the optimal arrangement to cover 6 of the 118 hectares arranged, analyzes the environmental impact of the cultivation of agro-forestry and presents a balance of costs and operation, which as a whole means the implementation of cocoa cultivation in an Agroforestry System.

Keywords: Agricultural production, economic study, cocoa cultivation, agroforestry system

Introducción

La región de la Orinoquía se secciona en dos importantes tipos de ecosistemas, el piedemonte llanero es una extensa franja que se extiende desde la cordillera oriental hacia el río Orinoco, cuyas características son descensos desde bosques andinos y subtropicales que generan abundantes zonas de captura y nacimiento de cuerpos fluviales. La zona complementaria es la alta selva amazónica cuyas características son de suelos arcillosos y ácidos difícil de alcalinizar a menos que se genere un curado con un agente basificante térmico, como lo es la tala y quema de bosque nativo a fin de cultivar especies como las de la especie *cassava* o yuca.

El departamento de Casanare se encuentra justo en la transición en las sabanas llaneras, donde existen importantes cuerpos de agua y sus respectivos arroyuelos y caños, y el suelo ya empieza a transformarse en un sustrato franco-arcilloso, con posibilidades de explotación extensiva de ganado de cebo, o combinado con leche en especímenes del tipo doble propósito, la implementación de cultivos transitorios de productos de corto ciclo productivo, y productividad próxima y considerable, como el arroz y el maíz, y especies en cultivos de largos ciclos productivos, pero con ganancias mayores por factores que benefician estos sectores de la economía colombiana como la palma de Aceite, o Palma Africana.

El municipio de paz de Ariporo y su zona rural poseen estas características. Según la Encuesta realizada por Torres Tarache (2020) en el Anexo 5, a este informe, determino que el 67% de los predios muestrales encuestados respondieron que destinan el uso de suelo a Ganadería Extensiva Tradicional, con un 33% de Hatos con innovación en Ganadería Rotacional. Con respecto a las actividades agrícolas, existe una predominancia en el cultivo de especies transitorias de ciclos productivos cortos, principalmente arroz, maíz, yuca y plátano, que constituye un 55% del uso de los recursos. El desarrollo de extensos cultivos de la oleaginosa de la Palma Africana en los llanos orientales del país, impactó la economía del sector agrícola debido a que, siendo un cultivo perenne (de extensa duración y múltiples cosechas), produce enormes ingresos a la región y ha abierto la industria de la oleoquímica, cuya dinámica ha significado un crecimiento económico para la Orinoquía. El cultivo de cacao es interesante debido a que es un cultivo perenne, y sus semillas o productos terminados tienen un alto precio de exportación, siempre y cuando cuenten con un perfil sensorial delicioso. En el mercado internacional, una tonelada métrica en semilla

bruta de cacao puede venderse hasta en \$ 30 000 USD, e incluso con procesos agroindustriales se puede transformar el cacao en pastas, bases de la industria del chocolate, cremas, biorefinados, alcoholes, polioles y una serie de productos químicos, que proponen ser una nueva incursión de las biorefinerías y la industria de alimentos extensiva con productos llaneros. Del análisis de la encuesta realizada durante el ejercicio del presente trabajo, cuya estructura se muestra en el Anexo 5 y sus resultados se reportan en el cuerpo del trabajo, se resalta un notable interés en extender los conocimientos hegemónicos de la íntima relación entre lo económico, lo social y lo cultural de nuestro contexto, hacia el cacao, su producción, uso, consumo y comercialización.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

El departamento de Casanare cuenta con una alta oferta de tierras productivas con excelentes condiciones de producción de cacao. Sin embargo, los suelos y los recursos ecosistémicos no están siendo explotados adecuadamente al no obtener un aprovechamiento óptimo, ni aportar al desarrollo socioeconómico y ambiental de la zona. Adicionalmente, debido a la creciente demanda de cacao a nivel mundial, el crecimiento constante de las necesidades de recursos maderables y al impacto ambiental que se ha producido como consecuencia del aprovechamiento irracional de los bosques naturales, las grandes obras de infraestructura, explotación de petróleo, ganadería extensiva y otras actividades, se ha detectado la oportunidad de hacer productivas 118 hectáreas de tierra para la siembra de un sistema agroforestal entre cacao, plátano criollo y especies botánicas endémicas. La producción y exportación de cacao en Colombia ha crecido considerablemente en los últimos años. Según la Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao), en 2018 el país exportó unas 7 mil toneladas de cacao en grano y al menos 13 mil toneladas de productos semielaborados y finalizados a base de este cacao.

El crecimiento del sector se ve evidenciado en que hace más de una década el país producía 33 mil toneladas de cacao, importaba 12 mil toneladas y exportaba alrededor de 1 mil toneladas de cacao en grano, únicamente. Además, en los últimos cinco años la producción ha alcanzado entre 55 mil y 60 mil toneladas.

Formulación en torno al problema

A continuación, se evidencia un diagrama de la formulación del problema en la Figura 1.



Figura 1. Formulación del problema por Torres C, 2020.

El departamento del Casanare cuenta con un horizonte de suelo de composición netamente de sustrato franco-arcilloso. Esto significa que, en su profundidad efectiva, el sustrato está compuesto mayoritariamente por arcillas, que le brindan una elevada acidez, limitada permeabilidad y difícil manejo para el uso agrícola de varias especies botánicas. Debido a estas propiedades, una gran área de estas tierras se ha dedicado por décadas al pastoreo de ganado bovino y de doble propósito, aprovechando que son pastos de variedades nativas y pastos de corte las especies predominantes en la gran sabana del piedemonte. Otros cultivos, tras exhaustivos trabajos de adecuación del terreno, como el arroz, el maíz, la yuca y la palma de aceite son protagonistas de la actividad agrícola del Casanare (Gobernación de Casanare, 2019). Sin embargo, siendo monocultivos, en su mayoría transitorios, estos cultivos generan un desequilibrio ecosistémico que desgasta el suelo e interfiere con la continuidad del bosque nativo, promueven la deforestación en terrenos bastos que se usan para la siembra de la especie a cultivar, y agotan los nutrientes del sustrato debido a la exigencia radicular de las especies sembradas y las malas prácticas agrícolas. Cabe resaltar que la agroindustria representa el escaso 10% de la economía regional (Gobernación de Casanare, 2019). Otra actividad económica que se da de forma intensiva es la minería de Petróleo, que constituye el 78% del ingreso bruto del departamento, y produjo junto al departamento del Meta, aproximadamente 2 millones de barriles de petróleo para el 2019 (Gobernación de Casanare, 2019). En las prácticas mineras implementadas en pozo y

planta de refinación del crudo, se usa cientos de miles de metros cúbicos de agua para la extracción del crudo, la limpieza de lodos, los instrumentos hidráulicos y los servicios generales como la producción de vapor de proceso.

El recurso hídrico se toma por lo general de estuario (esteros) y cuerpos fluviales que se ven gravemente contaminados por efluentes de plantas, que incluso alcanzan a tocar la red de corrientes subterráneas (Corporinoquia, 2016). El impacto ambiental ha sido notable durante los últimos años de la reciente década, y exige a la economía casanareña una diversificación hacia la implementación de procesos agroindustriales intensivos y sustentables, como los sistemas agroforestales, que a largo plazo se constituyen en una importante fuente de alimentos de alto valor agregado en el mercado externo, o de una alta demanda en el mercado interno. Es importante anotar que se desea abordar el ámbito socioeconómico en el cual se observan pocas oportunidades de empleo para los habitantes de la zona y la falta de apoyo a programas de desarrollo rural. También se desea ahondar en el ámbito técnico, donde se observa un uso inadecuado del suelo por falta de conocimientos técnicos de los agricultores o por uso de tecnologías inapropiadas para la explotación de tierras.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un plan de negocio para el cultivo, producción y comercialización de cacao (*Theobroma Cacao*) orgánico, dentro de un sistema agroforestal en la Finca Villa Mónica del municipio de Paz de Ariporo.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio de mercado para la comercialización del cacao orgánico a nivel nacional e internacional.
- Establecer los aspectos técnicos (operativos) y tecnológicos necesarios para implementar el cultivo de cacao dentro de un sistema agroforestal, evaluando su impacto medioambiental.
- Establecer la estructura organizacional y el marco legal bajo el cual se da funcionamiento al plan de negocios.
- Realizar un análisis de viabilidad financiera para el plan de negocios establecido.

Justificación

El presente proyecto se muestra como una propuesta innovadora en cuanto a la implementación de una especie vegetal agrícola (Cacao) en un sistema agroforestal con un cultivo transitorio tradicional de la Orinoquía, el plátano criollo, y un espécimen endémico que genera un impacto ambiental positivo debido a su capacidad de fijación de biomasa en el suelo, aumentando la composición atómica en C y N, el bucare ceibo. Como modelo de negocio, se pretende aprovechar una fracción del área activa de la Finca Villa Mónica, que se ubica en zona rural del Municipio de Paz de Ariporo (Casanare). Establecer estos modelos de cultivos con especies aromáticas de extensión perenne y de ciclos de producción periódicos y continuos, es una evolución hacia nuevas alternativas del aprovechamiento de la tierra, frente a la tradicional ganadería pecuaria extensiva o rotativa, los monocultivos transitorios (arroz, maíz, entre otros), y las actividades mineras. Sin embargo, establecer en toda su complejidad este tipo de sistemas como un modelo de negocios, requiere el análisis integral de la viabilidad y la sostenibilidad de un sistema como el descrito. Por ello es necesario, de manera previa y como un marco guía, la construcción de una matriz DOFA, que revele las oportunidades que significa este innovador modelo de negocio, las fortalezas con que se asume el reto desde una perspectiva, técnica, ingenieril, rentable y sostenible ambientalmente en el tiempo, las debilidades características de cualquier organización y las amenazas que puedan quebrantar la diligente ejecución de un proyecto como el presente.

A continuación, se presenta la matriz DOFA del proyecto:

Tabla 1. *Análisis DOFA.*

OPORTUNIDADES		AMENAZAS
Captación de Capital de Inversión para Proyectos Autosustentables de Cultivos Perennes.		Riesgo de ataques fúngicos, bacteriales o de plagas menores sobre los cultivos perennes establecidos.
Apertura Comercial de Mercado Externo de Exportación de Grano de Cacao Premium en su perfil fisicoquímico y sensorial.		Dificultades en los tiempos de producción y transporte a puerto, en caso de apertura de mercado externo.
Oferta al mercado interno de productos de canasta básica como el banano criollo.		Especulación alrededor del nivel de precios del producto frente al mercado externo.
Fundación de Cooperativas de Producción y Comercialización de Cacao Llanero.		Adaptación ineficiente del sustrato franco-arcilloso para el crecimiento y desarrollo del sistema agroforestal establecido.
Desarrollo de procesos técnicos eficientes de postcosecha.		
FORTALEZAS	ESTRATEGIA FO	ESTRATEGIA FA
Fijación de Nitrógeno y Biomasa en el sustrato del suelo.	Acondicionaremos en la prospección técnica, ecosistémica e ingenieril los suelos de cultivo y la interacción entre especies con el fin obtener un Cacao de propiedades Excelsas para exportación.	Desarrollaremos y ejecutaremos un plan de gestión del recurso hídrico, el suelo, el distanciamiento entre individuos de especies, la carga de fertilizante, manejo de cultivos, cosecha y postcosecha, maquila y transporte, para asegurar el éxito a corto y largo plazo del sistema agroforestal como modelo de negocio,
Manejo sostenible y explotación sustentable del suelo como recurso.	Emplearemos el potencial forestal que tenemos para aumentar la fijación de Nitrógeno en el suelo, y obteniendo un ecosistema de cultivo similar al ambiente ecológico.	Realizaremos todas las prácticas de saneamiento y vigilancia de los cultivos y adaptación a las condiciones climáticas.
Implantación de especies endémicas nativas que generen un ecosistema artificial adaptable al medio ecológico original.	□ Aplicaremos nuestros conocimientos agrícolas, biológicos e ingenieriles en seleccionar una variedad genética adecuada y con potencial.	Aplicaremos los principios básicos de la ingeniería genética y los especímenes disponible para llegar a una correcta selección de variedad de cacao.
Uso adecuado y ecosistémico del suelo.		
Recurso hídrico abundante.		
Selección de semilla.		

Continuación Tabla 1.

DEBILIDADES	ESTRATEGIA DO	ESTRATEGIA DA
Plagas y enfermedades de cultivo.	Implementaremos el MIP (manejo integrado de plagas) mediante medidas de prevención y observación para mantener las poblaciones de plagas debidamente controladas.	Se establecerá un programa de capacitación sobre los sistemas agroforestales para realizar actividades de manejo agroforestal como lo son el control de malezas, fertilización, control de insectos y patógenos, podas, aclareos y raleos.
Retorno de inversión y ganancia a largo plazo.	Se presentará el proyecto a diferentes fondos de emprendimiento y a la alcaldía de Paz de Ariporo para buscar los recursos económicos para materiales e insumos.	

Nota. Matriz DOFA del proyecto Agroforestal de Cacao, Plátano y Bucare Ceibo. Por Carlos Torres, 2020.

Metodología

Esta investigación se realizó bajo dos enfoques: Uno cualitativo, que hace una descripción del proceso integral de la implementación del sistema agroforestal propuesto a llevar a escala piloto en un área de 6 hectáreas de Cacao-Plátano-Bucare, en sus aspectos, legal constitutivo, ambiental, de estudio económico y de mercado, y de ciclo de vida productivo, enmarcado al municipio de Paz de Ariporo (Casanare); y uno cuantitativo en el manejo de variables de orden numérico que nos permite establecer la viabilidad financiera del proyecto, el área sembrada a nivel piloto, los costos e ingresos, y las cantidades de carbono y otros elementos y moléculas alimentadas al suelo por el equilibrio de la incursión del sistema, o el nivel de conformidad de la población con respecto a la propuesta. Se utilizan herramientas de alta confiabilidad estadística: Entrevista adjunta en el Anexos 5, para hacer una descripción socioeconómica de la región urbana y rural de Paz de Ariporo, revisión de casos prácticos implementados de sistemas agroforestales, investigación comercial y de mercado con respecto a la comercialización del producto, y a la adquisición y uso de recursos naturales, financieros y humanos.

La Investigación Cualitativa es el proceso metódico mediante el cual se indaga información reportada en textos de naturaleza técnico-científica, argumentaciones de comunicaciones de entes oficiales o profesionales, aplicaciones de entrevistas, gráficos e imágenes que representan un conocimiento extraído de una realidad fáctica y experimentalmente evaluada en un contexto ingenieril, con el fin de comprender de manera previa y en conjunto, las múltiples propiedades o atributos que se extraen a un fenómeno mediante la medición u observación, acercándose lo máximo a lo que describiría de forma exacta, un conjunto de datos cuantitativos. El módulo mixto (cual-cuantitativo) exige un nivel de análisis deductivo con direccionamiento sistemático científico, con posibilidad de ejecución investigativa en varias instancias:

- I. Definición de problema y vías fácticas para la recolección de datos efectiva que permita el desarrollo técnico de cultivo, el análisis del ámbito del mercado de los productos finales definidos, los factores y cálculos financieros, y el vínculo de la estructura organizacional.
- II. Formulación del modelo de análisis para la presentación del problema, reseñado en:
Actividades de recolección y transformación de datos en bruto, para construir reportes

estadísticos, técnicos y científicos de los datos recolectados, en síntesis y con breve resumen de su aspecto más general. Dentro de la estructura de estos entregables se establecen procedimientos o aplicables que deriven en soluciones al problema de la pregunta de investigación.

III. Resolución y reporte de procesos para la investigación realizada alrededor de la pregunta de investigación.

Los subprocesos de investigación orientados bajo objetivo a cumplir, se establecen a continuación:

- A. Recopilación de información técnico-ingenieril relacionada con la composición técnica de los cultivos de cacao, banano y bucare ceibo como especie forestal, en un esquema de cultivo agroforestal múltiple, teniendo en cuenta parámetros de producción agrícola conciliados con principios de conservación ecológica. Se cumple un enfoque técnico-científico en el proyecto.
- B. Entrevista aplicada, que se construye con el objetivo de hacer una breve reseña descriptiva de las características socioeconómicas de la población objetivo, y el uso de suelos generalizado en los diferentes predios de la zona rural de Paz de Ariporo. Se cumple un estudio preliminar y un enfoque socioeconómico de la zona y la población objetivo.
- C. Análisis de mercado interno y externo, construyendo estadísticas y datos particulares de consumo institucional de insumos como el cacao en mercados específicos como el europeo, y el norte y centro americano. Se cumple el enfoque financiero y económico.
- D. Análisis financiero, en el cual se realiza el estudio de costos, ingresos y utilidad del proyecto de forma global, tomando en cuenta el ciclo productivo total del sistema agroforestal, y calculando la VAN y la TIR, como criterios específicos de decisión para implementar el modelo de negocios.

El presente trabajo se secciona en 4 capítulos principales que construyen desde la conceptualización hasta la aplicación, estudio, construcción de resultados, análisis, concluyentes y entregables. En el primer capítulo denominado MARCO CONCEPTUAL Y LEGISLATIVO, se construye las bases teóricas de la ingeniería y la ciencia, a partir de las cuáles se desarrolla el

estudio técnico-ambiental, comercial, financiero y social del modelo de negocio propuesto e implementable en el presente trabajo. En el segundo capítulo, denominado ESTADO DEL ARTE, se realiza una revisión de los proyectos, investigaciones o aplicaciones de referencia de sistemas agroforestales que ya han sido implementados, y que sirven como guía para la constitución del presente modelo de negocios. En el tercer capítulo, denominado RESULTADOS, se construyen los entregables del presente documento. Este capítulo en específico goza de la construcción de varios subcapítulos que entregan los resultados del estudio técnico-ambiental, el estudio de mercado, el análisis de datos de la Entrevista realizada y reportada en el Anexo 5 que permite una descripción del contexto de interés de la región y la población objetivo, la Finca Villa Mónica de la zona rural del municipio de Paz de Ariporo en Casanare y el estudio de factibilidad financiera.

El capítulo cuatro, denominado ANÁLISIS Y CONCLUSIONES, es un espacio abierto de discusión y retroalimentación desde el constituyente del documento, que da una mirada global del trabajo construido.

Tabla 2. *Correlación de Actividades en la Metodología de la Construcción del Modelo de Negocio de Sistema Agroforestal: Cacao-Plátano-Bucare Ceibo*

ETAPAS DEL PROCESO:	ACTIVIDADES	ENTREGABLES
Etap 1: Estudio del mercado interno y externo	• Estudiar los posibles objetivos (tarjetas) de exportación del cacao de fino aroma. Las cifras de importaciones y exportaciones regionales y mundiales. • Estudiar los canales de compra y distribución de banano criollo, como producto secundario para suplir la demanda nacional del mismo. • Determinar los mercados emergentes en los cuales se incorpore el Cacao cultivado.	• Reporte anuario de importaciones y exportaciones de Cacao de Fino Aromas desde y hacia Colombia, concentrándose en los mercados de Centro y Norteamérica, y Europa Occidental. • Nivel de precios estándares en USD (moneda Dólar) del Cacao de Fino Aroma.
Etap 2: Estudio económico y organizacional del sistema agroforestal	• Determinar la TIR y VAN del Sistema Agroforestal a Implementar. • Establecer la estructura de Costos e Ingresos del Sistema, estableciendo los puntos de equilibrio y cambios en función del tiempo. • Construir el organigrama de la organización empresarial que se encarga de la ejecución del Sistema Agroforestal propuesto.	• Estudio de Viabilidad Económica del Sistema Agroforestal propuesto. • Organigrama (Numeral Anexos 4)

Continuación Tabla 2.

ETAPAS DEL PROCESO:	ACTIVIDADES	ENTREGABLES
Etapa 3: Estudio técnico-ambiental del sistema	• Determinar las condiciones y requerimientos de equipos, acondicionamiento de suelos, construcción de instalaciones y plantas de manejo de cosecha y postcosecha, embalado y transporte de los productos extraídos del sistema: Cacao de Fino Aroma y Banano Criollo. • Establecer la calidad de grano de Cacao a lograr, y propender por prestar las condiciones cosméticas y de cultivo para obtener la calidad deseada. • Establecer la tasa de fijación de N y C en suelos de cultivo sometidos al sistema agroforestal propuesto, para determinar el nivel de recuperación de suelos usados. • Estudiar el impacto en suelo y fuentes hídricas del proyecto, y estimar el nivel de adaptación ecosistémica del ambiente endémico, la fauna y la flora al bosque agrícola implantado en la zona.	• Estudio técnico operativo de instalación y puesta en marcha de cultivo agroforestal propuesto.

Nota: Correlación de Actividades en la Metodología de la Construcción del Modelo de Negocio de Sistema Agroforestal: Cacao-Plátano-Bucare Ceibo por Torres C, 2020.

Antecedentes

El cacao es una planta de origen americano que se encuentra de manera natural en el área de la cuenca del Amazonas. Se le atribuye a la comunidad Maya su cultivo comercial, antes de la conquista. Ellos lo utilizaban principalmente como moneda o instrumento de intercambio con el que se podía comprar otros productos. En la época de la conquista, los españoles descubrieron la variedad de usos y cualidades del cacao, lo cual fue motivo para llevar el cultivo a zonas tropicales en el continente africano. Hoy en día, África es el mayor productor de este producto a nivel mundial. En Colombia el cacao se cultiva a escala comercial desde la época de la Colonia, constituyéndose en artículo de exportación hasta casi el primer cuarto del siglo XX (Batista, 2009).

La producción de cacao en Colombia tiene una gran importancia socioeconómica, pues en la actualidad cuenta con aproximadamente 147000 hectáreas cultivadas, que producen 40000 toneladas anuales de cacao y son el sustento de más de 35000 familias (Superintendencia de Industria y Comercio, 2016). Sin embargo, en Colombia la oferta de cacao es menor que la demanda, situación que se presenta también en el mercado internacional. En el caso nacional, la producción es absorbida, en un 83%, por dos empresas procesadoras, la Nacional de Chocolates y la Compañía Luker; otras empresas utilizan el 14% de la producción y una pequeña proporción se destina a la exportación (Arboleda & Gonzalez, 2010). A pesar de contar con las condiciones apropiadas, la producción de cacao en Colombia no ha sido importante históricamente y ha tenido que enfrentar problemas fitosanitarios, de violencia y de desarraigo de los productores, factores que han afectado su desarrollo. Esta situación se ha empezado a revertir en los últimos años. En el caso de la Compañía Nacional de Chocolates, —anualmente la Compañía debe importar alrededor del 25% —cerca de 6.000 toneladas en 2007— del cacao que requiere para su proceso productivo, enfrentando en ocasiones el encarecimiento del producto por los altos costos en los fletes, seguros y aranceles (CECODES, 2017).

Por otro lado, a nivel de producción de cacao existen diferentes incentivos y una demanda bastante grande que vale la pena explotar. —Con cacao, Colombia puede aprovechar los Tratados de Libre Comercio como el de Estados Unidos, ya que se tienen unas ventajas importantes por

factores como la cercanía, que reduce costos frente a los africanos que son los principales proveedores del país norteamericano (CECODES, 2017).

Además de la demanda local, ProColombia identificó oportunidades para exportación del cacao en grano en: Alemania, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Países Bajos, India, Italia, Japón, Malasia, México, Reino Unido, Suiza y Turquía. Según predicciones del Consejo nacional de cacaoteros, habría un déficit de cacao para el año 2020 que podría llegar al millón de toneladas. A nivel de limitaciones, se observa que el mercado del cacao al ser un commodity no representa una necesidad básica para las personas, por lo que ante situaciones de pobreza o desastres naturales bajaría su demanda. Además, tiende a ser de precio variable ya que su producción está sujeta a cambios de clima, decisiones políticas, catástrofes, entre otras. Un ejemplo de ello es el caso del mayor productor de cacao a nivel mundial, Ghana en el continente africano, donde el gobierno decidió apoyar otro tipo de cultivos y el mercado del cacao se vio afectado a nivel mundial. Un importante referente relacionado con el sector cacaotero que utiliza árboles maderables es la implementación de 112 hectáreas en sistema agroforestal cacao y matarratón (maderable), implementado por Corpoica, la Secretaría de Agricultura Departamental de Urabá, ICA Urabá, Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Apartadó, como medida de reactivación del sector y alternativa de producción para 56 pequeños productores en el municipio de Unguía (chocó), que fue realizado por la Fundación CODESARROLLO en el año 2006. Mediante el establecimiento de parcelas de Cacao, bajo diferentes arreglos de cultivo, el proyecto pretendía hacer uso eficiente del suelo, mejorando la productividad de los sistemas en estudio, identificar y evaluar materiales regionales de Cacao (tipo porcelana), de gran demanda en los mercados nacionales e internacionales (Contreras, 2017).

El plan decenal cacaotero es un proyecto de Fedecacao que busca convertir a Colombia en un protagonista de clase mundial en el mercado de cacao fino y de aroma. Dentro de sus objetivos está incrementar productividad promedio de 309 Kg a 1.200 Kg/ha/año.; obtener productividades en cultivos modernos de 1.800 Kg/ha/año; siembra nueva de 150.000 ha; modernizar 80.000 ha: renovando 40.000 y rehabilitando 40.000, propendiendo al mejoramiento de la calidad de vida de 30.000 familias (Fedecacao, 2013). Un antecedente más a resaltar es el establecimiento de 100 Ha de Cacao en sistema Agroforestal en un esquema de agricultura limpia en el municipio del Peñón Departamento de Cundinamarca. Realizado por la Universidad Nacional de Colombia en el año 2006 (Suárez N, 2017).

Un estudio de la universidad del valle del año 2016 determino que Los sistemas agroforestales constituyen un medio para aminorar los procesos de degradación de suelos y tierras en Colombia. Además, dada su eficacia en el uso de bienes, representan una alternativa de manejo productivo y sostenible en zonas de talud y en aquellas áreas de mantenimiento de ecosistemas de Bosque seco Tropical y contribuyen a la salvaguardia alimentaria de comunidades rurales. A su vez, el ejemplo de técnicas aplicadas mediante modelos estadísticos predictivos y los sistemas de información geográfica ofrecen el medio de socializar el impacto y la importancia de este tipo de estudios de utilidad geográfica —como la caracterización de sitios potenciales para sistemas agroforestales que han sido exitosos en otros lugares y que tienen características similares a los de la zona de estudio—. Estudios que conjuntamente de poder ser replicados en coberturas vegetales, como el Bosque seco Tropical, pueden desarrollarse en aquellos ecosistemas que presenten retos en la adaptación al cambio (Rubiano, De los angeles, & Castro, 2016).

En el año 2003 en Costa Rica estudios científicos determinan que los principales servicios ambientales que pueden suministrar los sistemas agroforestales (SAF): 1) sustento de la fertilidad del suelo/reducción de la depresión mediante el aporte de material orgánico al suelo, afianzamiento de nitrógeno y reciclaje de nutrientes; 2) mantenimiento del agua (cantidad y calidad) al beneficiar la infiltración y aminorar la escorrentía superficial que podría contaminar cursos de agua; 3) captura de carbono, enfatizando el potencial de los sistemas silvopastoriles; y 4) subsistencia de la biodiversidad en paisajes fragmentados. Estos servicios complementan los productos que los SAF proveen (para uso comercial o familiar; p. ej., leña, madera, frutos) pero rara vez los agricultores son recompensados por ellos. Se necesita más investigación sobre posibles interrelaciones (incompatibilidades) entre los diferentes servicios y los posibles efectos negativos en el rendimiento productivo de los SAF cuando se aumenta el componente arbóreo de los sistemas agrícolas. (Beer, et al, 2003).

Marco conceptual y Legislativo

Planta y fruto de cacao (*THEOBROMA CACAO*)

El cacao, *Theobroma Cacao* L., es una planta originaria de América del Sur, en el área del Alto Amazonas, que en la actualidad geopolítica integra a Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Esta región se considera como un banco genético de las mejores variedades del cacao, resistentes a diferentes enfermedades y plagas, y excelsos perfiles sensoriales y nutricionales de la semilla. Otra zona de importante proliferación del cacao es Mesoamérica, lugar donde los españoles lo encontraron cultivado por primera vez, en 1502. Por su popularidad de consumo en las comunidades Azteca y Maya, los europeos fueron seducidos por la bebida del cacao, y décadas más adelante de la conquista y la colonia, lo expandieron y sembraron en los países que disponen de tierras tropicales húmedas (Henriquez, 1985).

- Estudio botánico

Orden: *Malvales*

Familia: *Esterculiáceas*

Género: *Theobroma*

Especie: *Cacao*

El cacao es una especie de alta alogamia, su polinización cruzada se estima por encima del 95%, su mapa cromosómico consta de 10 pares. El árbol del cacao proviene de semilla fértil y en su edad madura alcanza una altura de 4 a 8 m. Se constituye de una raíz principal pivotante de un tamaño de 1,20 a 2 m. La densidad de raicillas se encuentra en la región superior de la raíz, en contacto con el mantillo que recubre el suelo. El tronco es de crecimiento vertical (ortotrópico), hasta formar el primer verticilo a una altura de 80-100 cm. Pasado el año, el tronco desarrolla una serie de yemas axilares que constituyen la corona (Batista, 2009).

En su formación, la mayor parte de las hojas adquiere una pigmentación heterogénea. Las variedades criollas y trinitarias presentan las mejores pigmentaciones y los tamaños mayores, mientras que los amazónicos son por lo general, los más pequeños y despigmentados. El pecíolo de las hojas del tronco principal es largo, con un pulvinus demarcado de 7 a 9 cm. Las hojas de las ramificaciones son más pequeñas y se proliferan en una mayor densidad en las ramas menores. Las inflorescencias se localizan en la base de las hojas, en la zona de la yema axilar. El cacao es de naturaleza cauliflor, es decir, florece en los troncos maduros. En un árbol nativo, la floración se da hasta los 3 años, pero en una especie híbrida interclonal la floración se da prematuramente, entre los 12 y 18 meses, haciéndolo durante todos los días del año. La flor del cacao tiene un diámetro máximo de 2 cm, es hermafrodita, pentámera y de ovario súpero. Las flores se polinizan de forma entomófila, es decir, por medio de insectos, algunas mosquitas del género *Forcipomyia* (Batista, 2009).

El fruto es el resultado de la maduración del ovario una vez este fecundado. Está formado por la fusión de cinco lóculos, cubiertos por una pulpa mucilaginoso azucarada al madurar, con un número de semillas variable en función de la fecundación individual de los ovarios. Está sostenido al árbol mediante un pedúnculo leñoso, su cáscara o pericarpio se forma de tejido epidérmico pigmentado, esponjoso y suave de espesor entre 15 y 20 mm. La semilla del cacao germina de forma rápida en su madurez, su peso húmedo varía de 0.7 a 3.7 g, dependiendo de la variedad. Su forma es sumamente variable (triangular, ovoide, alargada, redondeada, gruesa o achatada), e influenciada por las condiciones ambientales o el número de semillas (Batista, 2009).

- Variedades Cultivadas en Latinoamérica

El término variedad o cultivar se aplica a “un conjunto de individuos de la misma especie que muestran diferencias genéticas, pero que tienen una o más características por las cuáles pueden ser diferenciados de otros cultivares (variedades)” (Batista, 2009). Las principales variedades cultivadas en Colombia son:

- A) Criollos: Árboles bajos y robustos, de copa redonda, hojas pequeñas y ovaladas, de color verde claro y gruesas, susceptible a enfermedades. Posee mazorcas cilíndricas y cáscara

verrugosa, de color marrón o naranja intenso. Cultivado en áreas de los valles altos del Valle del Cauca, Caldas, Antioquia y Huila (Batista, 2009).

B) Forasteros: Árboles vigorosos, de follaje más grande e intenso, y mayor resistencia a enfermedades. Posee mazorcas ovoides y cascara lisas, de color verde con tonos blanquecinos (Batista, 2009).

C) Pajarito: Es una variedad de forastero ampliamente sembrado en los departamentos de Antioquia, Caldas, Santander y Huila. Posee mazorcas amelonadas, pequeñas, de cáscara verde, delgada y lisa (Batista, 2009).

D) Amanavén: Es un cacao forastero amazónico ampliamente cultivado en las llanuras orientales del Meta y Vichada. Posee mazorcas verdes de cáscara lisa, y semilla morada y pequeña (Batista, 2009).

Trinitarios: Poblaciones híbridas de cruzamientos de criollos y variedades amelonadas (Batista, 2009).

Condiciones óptimas de cultivo

a. Suelo

El recurso de mayor relevancia para establecer una actividad agro-forestal como el cultivo de cacao, plátano criollo y bucare ceibo es el suelo. En función de su composición, los suelos se pueden clasificar en arenas, limos y arcillas. Los suelos arenosos, comunes en áreas sedimentarias de cuerpos fluviales, se constituyen de material particulado disgregado, de fácil manejo por su fluidez, pero con una mínima capacidad de retención de nutrientes para las plantas. Los suelos limosos se conforman por gránulos de mayor tamaño que las arenas, que tienen una gran capacidad fisicoquímica de retención de nutrientes y fijación de carbono, además de formar cúmulos denominados terrones cuando se exponen a la humedad. Los limos son excelentes para las actividades agrícolas debido a que les brinda a las raíces un buen sostén mecánico, excelente porosidad para el aire y el agua, y la disponibilidad de suficientes cantidades de nutrientes y de carbono para su crecimiento y desarrollo. Por último, existen los suelos arcillosos, conformados por arcillas, que son aluminosilicatos de alto peso molecular y de cristales sumamente finos, que suelen amalgamarse e hincharse cuando se humectan, formando agregados impermeables que

impiden el drenado y el transporte de material a través del suelo. Una vez están secos, se configuran en estructuras cerámicas amorfas de difícil manejo mecánico. Justamente por sus propiedades estructurales suelen almacenar grandes cantidades de nutriente, sin embargo, no suelen permitir su libre circulación hacia las raíces de las plantas, siendo un suelo complejo en su manejo agrícola (Henriquez, 1985).

El árbol de cacao se adapta a diferentes tipos de suelo con facilidad. Un suelo apto sólo debe tener una textura media, o sea de composición arcillo-arenoso, una buena capacidad de retención de humedad, buena aireación, buen drenaje, con un espacio radical de 1.0 metros de profundidad en la capa superior donde las raíces se puedan desarrollar óptimamente, y un pH ligeramente ácido (5.5 a 6.5) (Batista, 2009).

b. Clima

El clima ha de ser fresco, con una temperatura promedio al año entre 24-25 °C, con un mínimo de precipitación anual de 1 200 mm de lluvia, y protegida de los fuertes vientos (Batista, 2009).

Marco legal y Administrativo

Sector o actividad económica del modelo de negocios (marco legislativo)

Según el sistema de codificación CIIU de la Institución de Cámara y Comercio, debido a que el sistema Agroforestal integra el cultivo de Cacao, Plátano y Bucare, se propone un esquema de producción mixta:

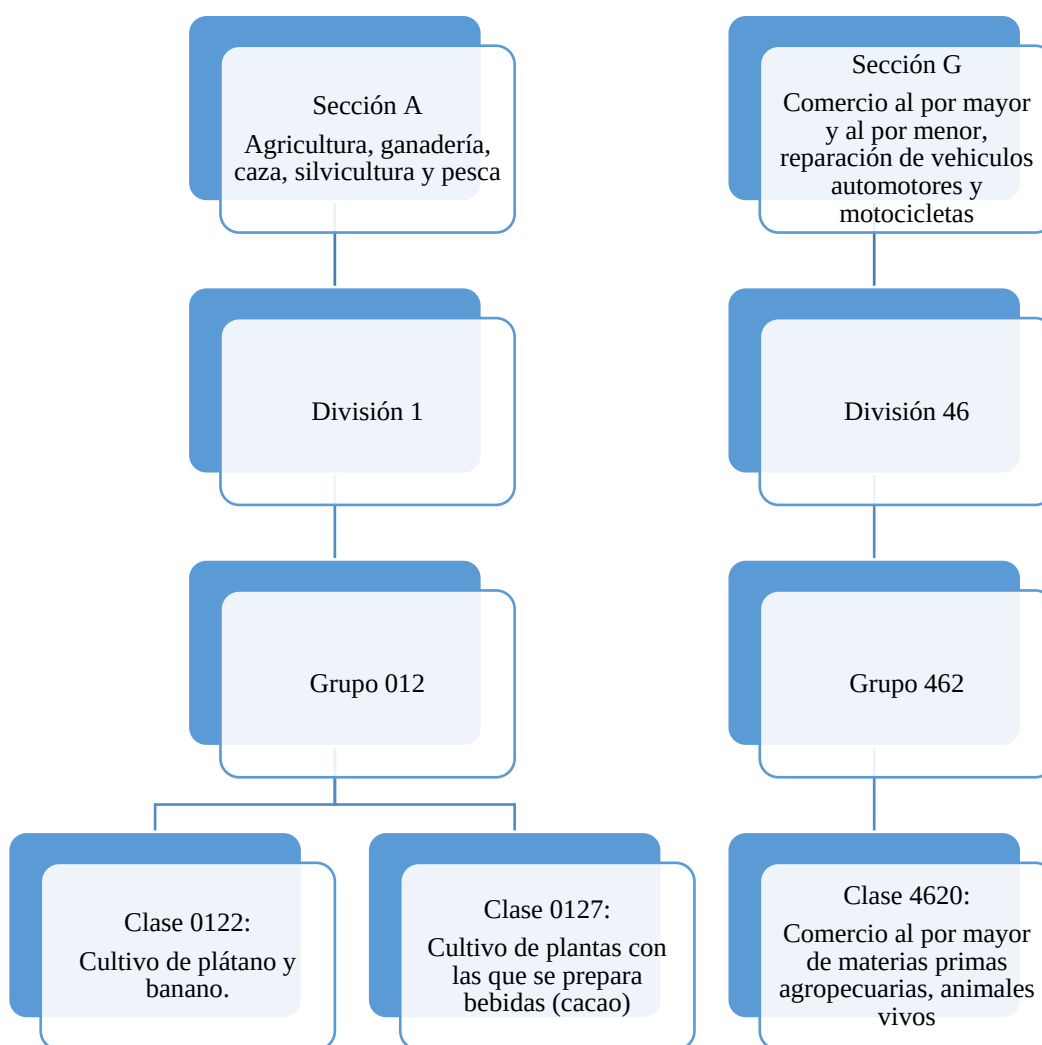


Figura 2. Esquema de producción mixta por Torres C, 2020.

Tabla 3. *Marco legislativo que enmarca agronegocios de sistemas agroforestales.*

NORMA	PERTINENCIA
Ley 101 de 1993	Desarrolla los artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional, estableciendo que la “La explotación forestal y la reforestación comerciales se consideran actividades esencialmente agrícolas “, así el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha venido liderando la política relacionada con la reforestación comercial.
Ley 139 de 1994	Crea el Certificado de Incentivo Forestal – CIF, apoyando la reforestación comercial al asignar recursos para cubrir parte de los costos de establecimiento de las plantaciones en un 75% y 50% para especies nativas e introducidas respectivamente. Del segundo al quinto año el incentivo apoya con el 50% de los costos de mantenimiento
Ley 811 de 2003	Por la cual se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT.
Ley 1377 de 2010	“Por la cual se reglamenta las actividades de reforestación y los sistemas agroforestales con fines comerciales”.
Ley 1450 de 2011	“Plan Nacional de Desarrollo – Prosperidad para Todos”.

Nota: Normatividad asociada por Torres C, 2020.

Evaluación económica del sistema agroforestal

La evaluación económica es una herramienta que permite medir y comparar los múltiples costos y beneficios que significa la ejecución de una actividad, y se puede aplicar, en la práctica, a todos los sistemas productivos existentes independientemente de los modelos que adopte. A través de este estudio, se asignan valores cuantitativos en términos financieros a bienes y servicios, en función de su precio en el mercado, e incluso si no lo tiene (Barbier, Acreman, & Knowler, 1997).

Este instrumento de análisis de viabilidad es útil en la gestión eficiente de los recursos naturales, dando criterios cuantitativos para dar prioridad al mejor uso que se les puede dar en el marco de las actividades económicas que emprenda la comunidad (CONABIO , 1998). Además, se ha encontrado que los métodos y criterios de evaluación de los bosques o masas forestales (silvicultura y ordenamiento forestal) coincide con los correspondientes a los sistemas agrarios, en sus aspectos más generales (Prieto, Díaz, & Hernando, 1998).

Indicadores de rentabilidad

Dentro de la evaluación económica, se gestan los indicadores de rentabilidad como los criterios que posibilitan cuantificar la viabilidad financiera de un proyecto a ejecutar, a partir del flujo de caja proyectado durante el intervalo de vida activa del mismo. De tal forma, que los indicadores son cruciales en el momento de saber si es conveniente ejecutar el proyecto, bien sea permitiendo comparar dos o más alternativas de este, o decidiendo postergar la inversión de capital que requiere (Barbier, Acreman, & Knowler, 1997).

Los principales indicadores de rentabilidad son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). En la siguiente tabla se presenta un comparativo entre ambos:

Tabla 4. *Cuadro comparativo entre los Indicadores de Rentabilidad (VAN y TIR).*

Indicador de Rentabilidad	TIR	VAN
Ventajas	Es fácilmente comprensible, por tratarse de un porcentaje de rentabilidad.	- Considera el costo de oportunidad del capital del inversionista. - En caso de proyectos que no pueden realizarse simultáneamente, permite seleccionar eficazmente la opción más adecuada
Desventajas	- No es apropiado para proyectos mutuamente excluyentes de distinta duración. - No se recomienda para casos en los que el comportamiento de flujo de caja no permita obtener una TIR única (múltiples TIR).	- Los valores pueden estar inflados o subvaluados dado que es difícil contar con la información necesaria para un cálculo preciso del costo de oportunidad. - Puede ser malinterpretado, ya que no es una tasa sino un valor absoluto (valor monetario).

Nota: Cuadro comparativo adaptado de Barbier, Acreman, & Knowler, 1997.

Para el estudio de viabilidad de un proyecto agroforestal, es necesario un análisis de inversiones que considere los costos e ingresos a lo largo del ciclo productivo de un cultivo, por lo general, no transitorio o perenne en este tipo de sistemas. Ya que los plazos de inversión suelen ser largos, se asume que el valor del dinero cambia con el tiempo, implicando la necesidad de la actualización periódica del flujo de costos e ingresos, poniendo sus valores futuros en términos del valor presente, y así calcular con más exactitud el valor de los indicadores de rentabilidad. Debido a este fenómeno financiero, se recomienda entonces el uso de indicadores que permitan una buena correlación entre beneficios y costos, como la TIR y el VAN.

Etapas del análisis económico

- Costo de producción

En base a la información disponible en el área de estudio se consideran los costos de producción disponibles a continuación:

- A) *Costos de Inversión:* Adquisición y preparación del terreno, plantación de viveros, instalaciones, herramientas y maquinaria (vida útil mayor a un año).
- B) *Costos operativos:* Gastos de cultivo/Mantenimiento, renovación de sujeto botánico (instalación y mantenimiento de viveros), insumos y materiales, manejo de cosecha, herramientas de cosecha, transporte u comercialización, depreciaciones sensibles.

- Ingresos de producción

Se determinan los principales canales de ingresos para el sistema agroforestal. El primer elemento incorporado al cálculo de los ingresos es la venta por exportación del cacao en baba, que se calcula a través de:

$$I_c = P_c * Q$$

Donde I_c es el ingreso por venta de cacao (USD/ha/año), P_c es el precio promedio a exportación de la semilla de cacao en baba (USD/kg) y Q es la producción neta de cacao en baba (kg/ha/año).

Luego se estudia los ingresos por venta de banano al mercado nacional, ya que por la ubicación del sistema agroforestal no se puede apuntar a un mercado internacional debido al riesgo de pérdida de calidad en el transporte desde el centro del país a puerto, por ende, este valor se calcula de la siguiente forma:

$$I_B = P_B * T$$

Donde I_B es el ingreso por venta de banano al mercado nacional (USD/ha/año), P_B es el precio promedio de compra en las centrales de abasto y supermercados a nivel regional del banano criollo (USD/kg) y T es la producción neta de banano criollo(kg/ha/año).

- Indicadores de rentabilidad

Se realiza una estructura de costos e ingresos para un tiempo neto de 25 años, elaborando un flujo de caja correspondiente, incorporando el flujo de capital financiero y el flujo de costos operativos en el sistema, con una tasa de interés de descuento para el proyecto de 10% (ampliamente reportado para este tipo de sistemas productivos). En base de las anteriores consideraciones se procede a calcular los indicadores respectivos:

- Van (Valor Actual Neto)

El VAN se calcula determinando la resta entre la sumatoria de los beneficios netos (flujo de caja) y la inversión realizada en el momento presente de la ejecución del proyecto, relacionados, como se observa, con la tasa de descuento o costo de oportunidad. La ecuación utilizada es:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{BN_i}{(1+r)^i} - I$$

Dónde: VAN es Valor Actual Neto (USD), (BN_i) son los beneficios netos en el período i-ésimo (USD), n es la vida útil (años) e i el período i-esimo (año), r es la tasa de descuento (10%), y, por último, I es la Inversión total en el valor presente del proyecto.

Un $VAN > 0$ es evidencia de que la inversión realizada en el sistema agroforestal produce ganancias por encima de la rentabilidad exigida (tasa de descuento), mientras que un $VAN < 0$ muestra que la inversión produce pérdidas (criterio de no viabilidad).

- TIR (Tasa Interna de Retorno):

Para determinar la TIR del sistema propuesto, se determina el valor que la tasa de descuento (r) tendría si se hiciera que el VAN fuese igual a cero. El criterio es el siguiente: Si $TIR > r$ (10 %), evidencia que se obtendrá una rentabilidad mayor que la mínima requerida (tasa de descuento o costo de oportunidad), y si $TIR < r$ (10 %), se demuestra que la rentabilidad no alcanzará el mínimo valor requerido.

Sistema agroforestal

Los sistemas agroforestales son actividades de cultivo que se han hecho por siglos en las zonas del trópico, principalmente en los ecosistemas circunscritos en la selva del Amazonas, y se caracterizan por los servicios ecológicos que prestan, la acumulación de elementos y biomasa que generan sobre el suelo y la producción mixta de alimentos de primera necesidad para la comunidad, probando y combinando modelos y especies botánicas para integrarlos en esquemas agrícolas productivos.

Estado del arte

Se reporta un trabajo de implementación de un sistema Agroforestal de Cacao, Plátano y Teca maderable como un esquema de producción sostenible ambiental y financieramente en el tiempo, dentro del marco de un trabajo de mejoramiento de prácticas productivas a nivel de negocios agropecuarios, en el estudio de caso de la Finca La Esperanza en zona rural del municipio del Valle de San Juan (Tolima). La metodología implementada incluye la recolección de información descriptiva construida con herramientas estadísticas de entrevistas realizadas a toda población interesada en el proyecto (empresarios, técnicos y agricultores), y recopilación de información técnica relacionada con los suelos y los estadios de la Finca La Esperanza (Murillo L, 2017). Se establecieron condiciones mejoradas de cultivo en el sistema agroforestal en cuanto a: Condiciones agroecológicas, manejo integral de las especies sembradas en función de sus requerimientos fisiológicos, el estudio de procesos agroindustriales para el éxito financiero y técnico del sistema, estudio de mercado para ver la viabilidad del proyecto y cálculo de índices económicos. Todos estos factores hacen parte del estudio del sistema y su posibilidad de implementación, que resultó, en conclusión, atractivo (Murillo L, 2017).

Como referencia a nivel nacional se un plan de negocios en base a la prestación de servicios ambientales, forestales, técnicos y operativos teniendo en cuenta la normatividad colombiana para estudiar la posibilidad de nuevos mercados que brinden un estilo de vida diferente para la población rural a nivel nacional; Buscando compensar el daño ambiental que impone la industria colombiana. El principal objetivo del estudio fue desarrollar este plan de negocio para crear una empresa que brinde un servicio de asesoría, consultoría y manejos operativos forestales. El resultado es de los estudios técnicos operativos y financieros muestran una posibilidad viable para nuevas ideas de negocio que interactúen más positivamente con el medio ambiente respaldado por el gobierno teniendo en cuenta que es un sector que se busca fortalecer; se muestra una ganancia importante y un avance para el gobierno y sus entidades ambientales territoriales, que de la mano con la población rural trabajara en el aprovechamiento de los servicios ambientales protegiendo los bosques, restaurando los suelos, recuperando las fuentes hídricas e incentivando la mentalidad de producción agrícola en el país (Suárez P, 2016)

Se estableció un modelo para el crecimiento y almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de las especies de Cacao (*Theobroma cacao*) y Laurel (*Cordia alliodora*) sembrados en el año 1990 en la región de Changuionola (Panamá), territorio de mayoría de ocupación indígena. La densidad de siembra del laurel en los sitios difirió de acuerdo al relieve (6x6 m y 12x 12m). Para el cacao se maneja una distancia de 3x3 en todos los sitios. Los resultados muestran que en 25 años el cultivo vario entre 43-62 toneladas de Carbono por hectárea y una tasa de acumulación de 1.7 y 2.5 toneladas de Carbono por hectárea al año. Los primeros 7 años reflejaron los niveles de captura más altos. Se llegó a la conclusión de que estos cultivos serian una alternativa de ingreso para un núcleo familiar si se crean las condiciones para vender certificados de reducción de gases de efecto invernadero (Ortiz, Riascos, & Somarriba, 2008).

En el municipio de Catacamas, departamento de Olancho (Honduras) como proyecto de graduación del programa de administración de agro negocios de la escuela Agrícola panamericana El Zamorano. Se plantió el modelo de negocio para la producción y aprovechamiento de cacao orgánico encaminado al mercado europeo ya que la demanda en este continente por productos orgánicos es alta. Este estudio a su vez se establece como guía para evaluar la rentabilidad y viabilidad del negocio. Se realizó un estudio de mercado con el fin de determinar las perspectivas del proyecto, la situación del mercado a nivel local e internacional y la cantidad que se necesita para establecerla como meta. Los resultados arrojaron una demanda de cacao orgánico al año de 250-500 TM de la cual el proyecto garantizaría el 8.5%; en cuanto a la rentabilidad se habla de un VAN a una tasa de descuento del 24% de L. 46.026.63, una TIR de 120% y un PRI descontado de 1.05 años con una relación de beneficio costo de 5.62. en cuanto al centro de acopio del proyecto presenta un VAN con la misma tasa de descuento de L.219.201.75, TIR de 31% y un PRO descontado de 6 años con relación beneficio costo de 1.33 (Chávez & Chafla, 2009).

En el Municipio de Turmeque (Boyaca) como proyecto para optar por el título de ingeniería industrial. Se diseñó unos sistemas agroforestales a través de un análisis financiero que sirve como referencia para los pobladores rurales para implementar en sus terrenos incentivando las prácticas agrícolas sin presentar gran afectación a las condiciones ambientales a su vez mejorando sus condiciones y calidad de vida a corto y mediano plazo. Como ejemplo se estudió el sistema agroforestal de eucalipto con cultivos temporales de Yuca maíz y frijol, estos presentan un beneficio ecológico y económico más que Biológico. Durante los primeros 4 años los beneficios

económicos se dan por los cultivos temporales , a partir de allí el eucalipto empieza su producción óptima para el aprovechamiento de madera .Los resultados presentan un interés de los pobladores rurales por la implementación de estos sistemas ya que es una alternativa económica basada en las características socioeconómicas y ambientales de la región, teniendo en cuenta las ayudas que puede brindar el gobierno local y la reducción de costos trabajando con abonos y fertilizantes naturales (Mora, 2015).

En el contexto de los nuevos programas públicos para incentivar los proyectos productivos peruanos se identificó la potencial demanda del cacao a nivel mundial siendo una buena oportunidad de negocio rentable para los productores y para la economía peruana, según la ICCO (International Cacao Organization) hay un déficit sustancial de cacao en el mundo y se estima que este siga incrementando; además Perú fue reconocido en el 2015 como productor de cacao 75% de fino aroma. Este proyecto se desarrolla en la provincia de Condorcanvi (Amazonas), Región donde se presentan condiciones óptimas para este tipo de cultivos. Las proyecciones para la industria del cacao registran que para los próximos 10 años la demanda de caco crezca un 5 % a su vez se presenta un desaceleramiento de la producción de los países líderes en producción del producto por lo tanto se presenta la oportunidad para los países que quieran entrar a competir en el mercado, desviando las miradas de los consumidores a Latino América gracias a factores como buena disponibilidad de agua, bajo costo de terreno y mano de obra. Luego de 10 años de explotación del negocio se proyecta una rentabilidad aproximada de USD 400.000 lo que lo convierte en un producto muy rentable a mediano y largo plazo para los productores de la región (Ríos, Nuñez, & Vizquerra, 2016).

En el Departamento del Huila se establece un objetivo analizar el establecimiento producción y aprovechamiento de sistemas agroforestales como forma de fomentar e intensificar la producción vegetal, animal y la conservación del medio ambiente; igualmente se involucran la actividad pecuaria la agroforestería. Este departamento cuenta con los terrenos aptos para esta actividad agrícola, dentro de sus actividades representativas se encuentran los cultivos de Café, Arroz, Sorgo, Cacao, maracuyá y plátano. Así pues, se realizó un análisis de cuáles serían las asociaciones que se podrían adaptar a las condiciones del departamento. Las asociaciones que podrían presentar un mayor beneficio serían las de cultivos de maderables con especies frutales y los cultivos perennes con leguminosas de uso múltiple y algunos frutales. Se llegó a la conclusión de que los SAF son herramienta importante de desarrollo sostenible que interactúa de

manera positiva económica y ecológicamente con la región donde se implemente (Morales, 2018).

En el Municipio de El Dorado (Meta) se realizó un diagnóstico tecnológico en base al cultivo del cacao y las herramientas y métodos de los agricultores de la región para la implementación de este tipo de cultivos. Mediante encuestas y entrevistas se percibió por encima de todo que las personas de la región captaron rápidamente la información, esto sugiere un bajo grado de analfabetismo; sin embargo, si se evidencia una falta de acompañamiento y capacitación tecnológica en cuanto al manejo tecnificado de cultivos agrícolas; por lo tanto, se hace necesario que las entidades tomen como base estos proyectos que permiten una asistencia técnica eficiente y al alcance de los pobladores de la región. Se realizó un diagnóstico de los agricultores que siembran cacao en todo el municipio y posteriormente análisis estadísticos en base a las entrevistas y encuestas. Los factores por los que los agricultores prefieren el cultivo de Cacao se encuentran relacionados a la extensión de los terrenos, el uso de la tierra y la rentabilidad frente a otro tipo de cultivos como también la tradición que se lleva por generaciones en esta práctica donde se encuentra personas que llevan más de 30 años sembrando cacao; el nivel de escolaridad de los agricultores es de 72% primaria, 25% secundaria y 2% técnico. El poco conocimiento técnico derivó en la baja calidad del producto, el desconocimiento de buenos consumidores para su producto y la falta de medios de comercialización. Por lo tanto, los medios de transferencia tecnológica son efectivos ya que son receptivos para los agricultores que no presentan un alto nivel de analfabetismo y pueden adquirir y aplicar la información correctamente (Acosta & Villarraga, 2006).

Como aprovechamiento de la capacidad de producción de la tierra de Sabana de Torres (Santander) se ubican 200 hectáreas las cuales no cuentan con ninguna actividad productiva omitiendo el desarrollo económico que podría generarse. En primera medida se realiza un estudio de mercado donde se conoce la información de oferta y demanda y los precios del cacao a nivel nacional e internacional; los aspectos técnicos se relacionan con las características de la zona, las necesidades para el establecimiento, la plantación y cuidados del cultivo; la siguiente fase es la inclusión del análisis de la normatividad relacionada con los impactos del proyecto en todos los aspectos. Por último, se realiza un análisis financiero, donde se tienen en cuenta anteriores estudios y se hace una comparación de acuerdo a costos, ingresos e inversión para conocer la tasa interna de retorno y el valor presente neto. Como resultado se obtiene que es factible económica

y ambientalmente el establecimiento de un cultivo de Cacao en el municipio sin embargo se hace necesario asociar el mismo a un sistema agroforestal que permita recuperar la inversión en menor plazo; en cuanto al estudio de mercado se determinó que hay mucha demanda del producto y poca oferta a nivel internacional. El estudio técnico presenta una favorabilidad en cuanto a las condiciones ambientales para el establecimiento del cultivo en la región a su vez no presentan impedimentos en el aspecto normativo. Finalmente, en el análisis financiero se muestra que es un cultivo que asociado con una especie que genere utilidad a corto plazo es un proyecto viable y muy rentable con un tiempo de vida aproximado de 20 años (Hernández, 2018).

Es común establecer sistemas entre cultivos transitorios de rápida producción, que presten un servicio ecológico a otros cultivos de naturaleza perenne y de producción cíclica a lo largo de un extenso tiempo de vida media. El cultivo de plátano es la opción ideal para implementarlo en combinaciones de granos de alta aromaticidad y apetecido mercado internacional, como el cultivo de café o de cacao. Generalmente a los 6 meses de siembra, se cosecha los racimos de plátano y se hace la nueva siembra desde el semillero o a partir de la semilla del racimo. Durante su ciclo productivo, el plátano les presta una importante función a los cultivos de café y de cacao, brindándoles una sombra parcial a las plantas en crecimiento, ya que estas especies tienen ese requerimiento específico a fin de tener un desarrollo óptimo y una constitución de calidad deseada en sus tejidos vegetales y en sus granos. Además, aporta una alta cantidad de biomasa al suelo, reduciendo el requerimiento de abono orgánico y químico al sustrato. Cuando la altura media de cacao supera el metro base, su requerimiento de sombra disminuye, y es brindado por el Bucare Ceibo, de mayor altura y de buena fijación de elementos no metálicos esenciales como el Carbono (C), el Fósforo (P), y principalmente el Nitrógeno (N). Con todas estas ventajas ecosistémicas, se reduce en un importante porcentaje el requerimiento neto de abonos del Cacao, y se le da las condiciones para que su semilla desarrolle una composición química deseada, que se desarrolla en aromas, fragancias y sabores de calidad de exportación.

Resultados

Análisis de sector: Villa Mónica y su potencial cacaotero

La implementación del proyecto, tiene como principal impacto constituir una idea de negocio viable para transformar 118 hectáreas de tierras en la actualidad, usadas para pastoreo extensivo de ganado doble propósito, en un cultivo agroforestal de Cacao (*Theobroma Cacao*), Banano Criollo (*Musa Paradisiaca*) y Bucare Ceibo (*Erythrina Poeppigiana*), de alta densidad poblacional por área sembrada, con un tiempo de productividad a 30 años, para cacao de perfil físico y sensorial de tipo exportación, hacia un mercado objetivo en Europa Occidental, Estados Unidos y México.

Los suelos destinados al proyecto se encuentran ubicados en la vereda Villa Mónica, a 25 km de la cabecera municipal de Paz de Ariporo, en el departamento del Casanare. Dada la estructura socioeconómica de la región, la implementación del modelo de negocios fundamentado en la comercialización y externalización de cacao de alta calidad, junto con stocks periódicos de banano criollo para el mercado nacional, hace posible la diversificación de la actividad agrícola, generando empleo, aumentando los ingresos y siendo durante el tiempo, un sistema de productividad sostenido y sustentable. La incorporación del Bucare Ceibo como especie endémico de la selva alta de las amazonas en la Orinoquía, da unas condiciones óptimas al cultivo de cacao, nutre el suelo con Nitrógeno, y con una alta tasa de biomasa. El cacao en su ciclo de crecimiento y productividad genera grandes cantidades de biomasa, que se transforma en un aumento notable en las reservas del carbono del suelo. La proyección de tejido radicular de una alta densidad de especies sembradas sobre el suelo, lo permeabiliza y permite que tanto el aire como el agua, circule libremente. Todo esto significa que implementar el proyecto agroforestal sobre las tierras objetivo, va a generar un impacto positivo sobre el medio ambiente, del suelo y las fuentes circunvecinas de agua. Súmese el hecho de que la relación mutualista entre las especies sembradas reduce considerablemente el consumo de abonos inorgánicos, e incluso regula la proliferación de posibles agentes patógenos para la planta de cacao, que, en su orden de importancia, es el cultivo de principal interés.

En general, la implementación del sistema agroforestal contemplado en el presente documento, trae un impacto positivo sobre la economía debido a que contribuye a la diversificación agrícola, el cuidado del medio ambiente mediante la explotación sostenible de la tierra, y los beneficios sociales que un nicho de agroindustria trae en el aumento de la tasa de ocupación, y la mejora en la calidad de vida del recurso humano vinculado de la comunidad que se circunscribe en la ubicación de la Finca Villa Mónica

Ubicación y extensión territorial

Paz de Ariporo es un municipio colombiano, ubicado en el departamento de Casanare. Se encuentra a una distancia de 456 km de Bogotá. Es el tercer municipio de Casanare por población después de Yopal y Aguazul, además de ser el primero por su extensión de 13.893 km (Google Earth).



Figura 3. Paz de Ariporo adaptado de Google Earth, 2019.

El proyecto pretende abarcar 6 de las 118 hectáreas sembrables de la Finca Villa Mónica, la cual se encuentra a una distancia aproximada de 25 kilómetros de la cabecera municipal de Paz de Ariporo.



Figura 4. Casa villa Mónica adaptado de Google Earth, 2019.

Estudio estadístico de la entrevista

La entrevista adjuntada como Anexo 5, es una herramienta estadística que permite realizar una descripción efectiva de las actividades económicas de las familias de la región, quienes hegemonícamente han poseído por varias generaciones las tierras de la frontera agrícola del departamento de Casanare. La encuesta se realizó a 27 personas que constituyen o son la cabeza de las organizaciones familiares, y permite observar cual es el contexto social y económico de la región y el nivel de conocimiento e intención de implementación de sistemas agroforestales de cacao y plátano para la zona rural del municipio de Paz de Ariporo. Dentro de los parámetros establecidos encontramos los siguientes índices:

1. ¿Es usted y/o su familia oriunda del Municipio de Paz de Ariporo, o el Departamento de Casanare?

27 respuestas

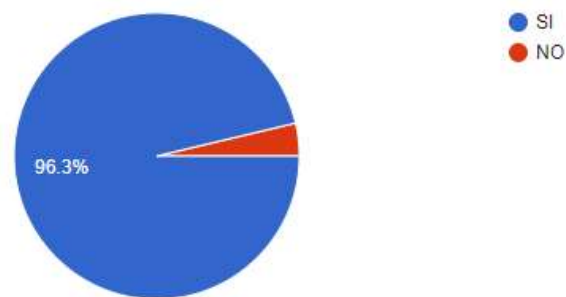


Figura 5. Pregunta de lugar de origen a los encuestados por Torres C, 2020.

A la pregunta del origen familiar, el 96.3% de las personas entrevistadas o sus núcleos familiares son originarios del Municipio de Paz de Ariporo o municipios pertenecientes al Casanare. Es decir, las personas de la región son las mismas propietarias de las extensiones territoriales, lo que significa que en su intencionalidad se da por precepto el nivel de interés en sistemas agroforestales.

2. ¿Es usted propietario o hace parte de un núcleo familiar propietario de terrenos extensivos?

27 respuestas

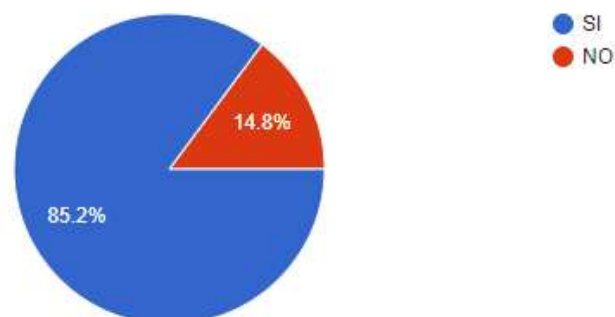


Figura 6. Pregunta a los encuestados acerca de propiedad de grandes terrenos por Torres C, 2020.

A la pregunta de terratenencia, se observa que el 85% de las personas entrevistadas hacen parte de familias o núcleos sociales hacendados, con poder de decisión sobre el uso de suelos en negocios agrícolas o pecuarios.

De las preguntas descriptivas del tipo de actividad económica implementada en los suelos de las tierras poseídas se obtienen los siguientes resultados:

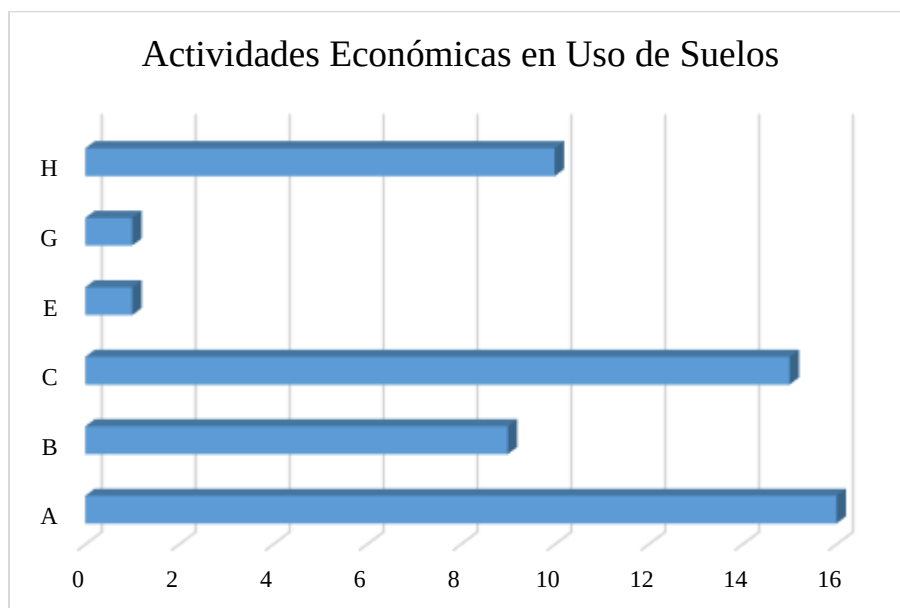


Figura 7. Frecuencia Muestral de Actividades Económicas como uso de suelos y recursos en zona rural de Paz de Ariporo, donde: (A) Ganadería extensiva tradicional, (B) Ganadería Extensiva Rotacional, (C) Agricultura en Cultivos Transitorios (Arroz, Maíz, Trigo, Cebada, Yuca).

De la muestra estudiada y como se observa en la Figura 5, el 67% de los predios muestrales encuestados respondieron que destinan el uso de suelo a Ganadería Extensiva Tradicional, con un 33% de Hatos con innovación en Ganadería Rotacional. Con respecto a las actividades agrícolas, existe una predominancia en el cultivo de especies perennes de ciclos productivos cortos, principalmente arroz, maíz, yuca y plátano, que constituye un 55% del uso de los recursos.

Se destaca el hecho de que los territorios estudiados no están relacionados con la implementación y desarrollo de cultivos perennes, que tienen características diferenciadas a los cultivos transitorios, ya que sus tiempos de crecimiento y cosecha son más extensos, y, por ende, el retorno de la inversión es más largo.

En la siguiente tabla, se mencionan los territorios relacionados con las personas encuestadas y su extensión territorial, con el fin de determinar cuál es el total del área de extensión de la región estudiada.

Tabla 5. *Hatos y extensión de tierras relacionadas con las personas entrevistadas.*

Nombre del Hato	Área Registrada (Hectáreas)
Los Medanos	300
Tijuana	2000
Santa Juliana	840
Villarrica	60
Hato La Caimana	3500
Los Catires	870
La Lorena	600
La Libertad	450
San Tropel	60
La Ponderosa	250
El Capricho	500
Los Esteros	750
La Caimana	3000
La Topochera	350
Finca el Pacífico	3
Las Pastillas	239
Villa Erika	178
Finca El Diamante	70
Santo Cachon	280
Dubai	1280
La Gloria	1580
Finca San Jorge	200
Piña Corozo	570

Nota: Extensiones de tierras por Torres C, 2020.

Existe una relación antropológica y ecológica con los predios poseídos, ya que se tiene a nomenciar un área de terreno en función de una experiencia vivencial cultural, una tradición familiar, la presencia particular de una especie de flora y fauna específica, un suceso histórico,

entre otras. Se midió la intención potencial de uso de 17 930 Hectáreas, que representa el 1% de la frontera neta física de suelo de Paz de Ariporo.

5. ¿Conoce el cacao, su cultivo, su productividad y sus usos?

27 respuestas

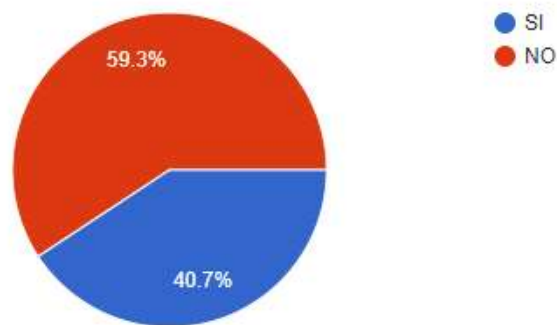


Figura 8. Distribución de respuesta a ítem 5 de entrevista por Torres C, 2020.

Las preguntas 5 y 6, apuntan a medir el nivel de concepción que tiene la población evaluada en el cultivo, productividad y usos del Cacao y el Plátano. Esto resulta ampliamente descriptivo, debido a que las personas de la región tienen un conocimiento clave en el banano o plátano (70%), pero el 59% desconocen las consideraciones técnicas, agrícolas, comerciales y productivas del cacao, destacando el papel relevante de este tipo de documentos para informar y dar bases de decisión acertiva a los tenientes de suelos productivos en Casanare.

6. ¿Conoce el banano criollo, su cultivo, su productividad y sus usos?

27 respuestas

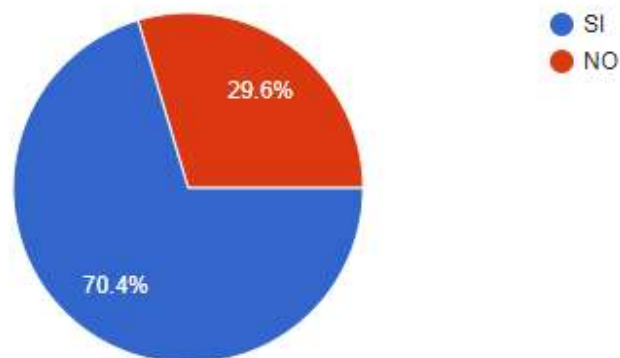


Figura 9. Distribución de Respuestas al ítem 6 de la entrevista por Torres C, 2020.

Con respecto al ítem que indaga las razones que sustentan la implementación del sistema agroforestal con respecto a aspectos medioambientales (Figura 7), el 70.4% de las personas evaluadas considera que este tipo de sistemas permite la conservación de reservorios y cuerpos de agua, siendo el agua un recurso fundamental para sus actividades económicas y humanas, la conservación de fauna y flora de la región, la explotación sostenible y regenerativa del suelo, la conservación de la alta selva amazónica y los ecosistemas endémicos de la región y la pertinente apertura hacia otras actividades económicas.

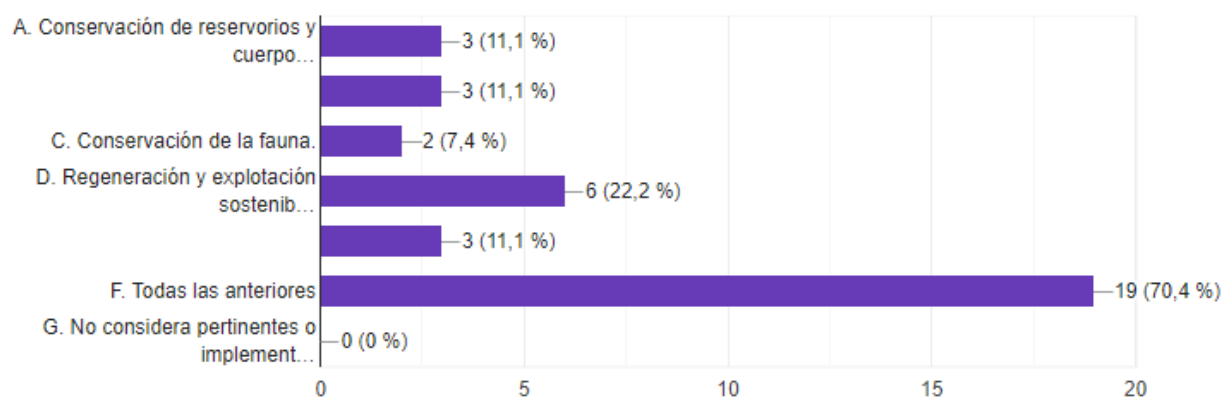


Figura 10. Distribución de respuestas al ítem 7 de la entrevista por Torres C, 2020.

Los ítems restantes miden un nivel considerable de intención con respecto a la implementación de un sistema agroforestal de cacao, ya que considerando un alto precio del Cacao de Fino Aroma en el mercado nacional e internacional (entre 8 000 y 30 000 COP por kg de grano), el 89% de las personas entrevistadas les resulta atractivo el modelo de negocios (Figura 8).

8. ¿ Si se estima que el precio de la semilla bruta de cacao está entre los \$ 8 000 y \$ 30 000 pesos por kilogramo dependiendo de su calidad, y es probable su exportación, le resulta atractivo la producción de cacao?

26 respuestas

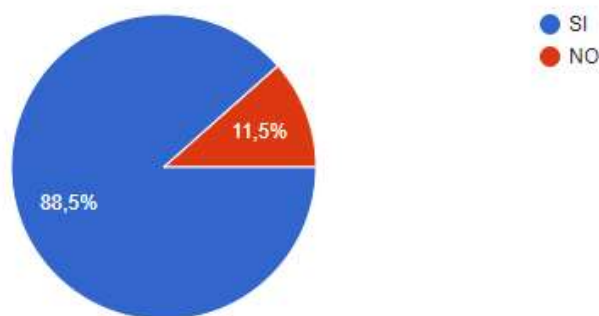


Figura 11. Distribución de respuestas al ítem 8 de la entrevista realizada por Torres C, 2020.

La figura 9, expresa que el nivel de conformidad con un sistema productivo agrícola se da siempre y cuando el tiempo de representación de beneficios debe ser entre los 0 meses y los 3 años con un nivel de concordancia del 79%. El sistema agroforestal cuenta con la producción de plátano que sostendrá el modelo de negocios durante los primeros 3 años, estimando que a partir del tercer ciclo anual empiece la producción intensiva de cacao.

9. Usted espera que un cultivo de alta productividad perenne le represente beneficios en un tiempo de:

27 respuestas

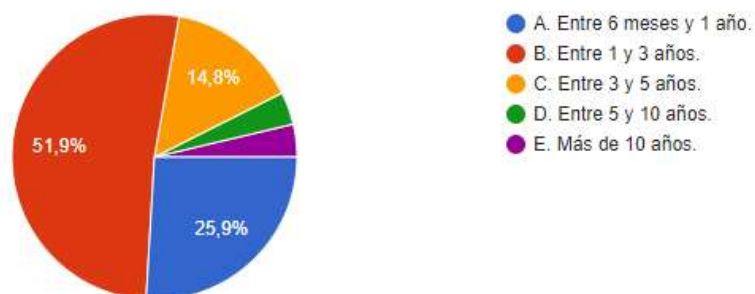


Figura 12. Distribución de respuestas al ítem 9 de la entrevista realizada por Torres C, 2020.

Como concluyente, el ítem final determina que el 88.9% de la muestra examinada implementaría, en el menor de los casos, un proyecto piloto de producción agroforestal de cacao y plátano (Figura 10).

10. ¿Complementaría el aprovechamiento de sus terrenos por la implementación de un sistema agroforestal de producción de cacao?

27 respuestas

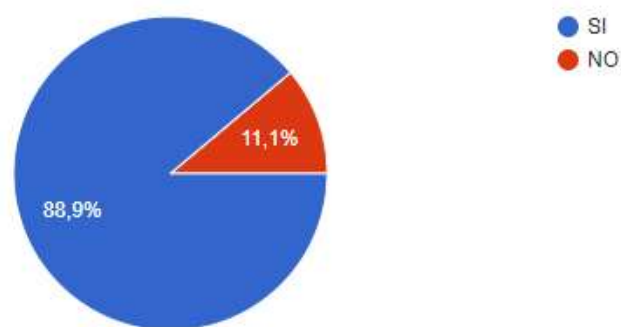


Figura 13. Distribución de respuestas al ítem 10 de la entrevista realizada por Torres C, 2020.

Estudio de mercado

Conceptualización del producto principal: cacao colombiano de fino aroma

El mayor atractivo del cacao colombiano en los mercados internacionales es su distinción “fino de aroma”, la cual fue otorgada por el International Cocoa Organization (ICCO) (International Cocoa Organization, 2015). Esto, sumado a la posibilidad de que en el futuro haya un déficit mundial de este producto debido a su creciente consumo en Norte y Centro América, Europa y Asia, principalmente en China, abre las oportunidades para un sector que ha venido creciendo en área y producción durante los últimos años y que, además, ha ganado reconocimiento en el exterior.



Figura 14. Grano de Cacao seco junto a grano de cacao cultivado por Torres C, 2020.

Fino de aroma es una clasificación de la Organización Internacional del Cacao (ICCO), que describe un cacao de exquisito aroma y sabor. Este tipo de cacao representa entre el 6% y 7% de la producción global. En Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú se produce el 76% del cacao fino de aroma del mundo. Aromas y sabores frutales, florales, de nueces y de malta son las características del cacao fino de aroma que lo diferencia de los demás en el mundo (International Cocoa Organization, 2015).

Al ser fino de aroma, el cacao colombiano tiene mayores oportunidades de exportación en mercados europeos, como el alemán, el francés y el belga, cuyos consumidores valoran las buenas condiciones para quienes trabajan en los cultivos, el llamado comercio justo. Otros países con oportunidad son: Estados Unidos, Rusia, Turquía, Emiratos Árabes Unidos, Japón, Canadá, Argentina, Chile y Corea del Sur. Las condiciones de fino aroma son:

- La preferencia de los consumidores de cacao cultivado de manera responsable ha crecido considerablemente, ya que la preocupación por la sostenibilidad es cada vez más importante en el mercado.
- Las cuatro principales certificaciones requeridas por el mercado internacional para el cacao son: Fairtrade, Rainforest Alliance, UTZ y Orgánico.

- Estos requisitos se vuelven más importantes cuando se trata de vender cacao a compradores especializados. En esta medida, es clave que la empresa comunique sus esfuerzos de comercio justo y responsabilidad social.
- Es importante que el cacao fino de aroma cuente con los cuidados apropiados en el cultivo, para que mantenga las propiedades de sabor que lo distinguen frente al cacao común.
- Las ferias especializadas, como El Salón del Chocolate en París, son clave para conseguir compradores. Los expositores de esta feria se dedican a la fabricación de productos a partir de chocolates especiales.
- La preferencia por el consumo de productos orgánicos ha entrado al mundo del chocolate. Tanto las grandes marcas como los chocolateros especializados están incluyendo líneas orgánicas dentro de sus productos. En esta medida, tener una producción orgánica de cacao fino de aroma es una oportunidad para un nicho en aumento en los principales mercados de Europa.

El cacao fino de aroma lo compran los chocolateros gourmet quienes venden su producto a segmentos altos y a clientes con gran poder adquisitivo, quienes además tienen un gran sentido por la responsabilidad social. Esta característica permite que se valore el producto y que se pague inclusive por encima de los precios en bolsa, gracias a su calidad, distinguiéndose entre el cacao africano. Además, este tipo de consumidores por lo general no buscan grandes volúmenes, pero sí que el cacao cuente con excelentes características organolépticas. En Colombia se cultiva principalmente el cacao criollo, que es un grano de cáscara fina, suave y muy aromático. Este es reconocido por ser de gran calidad, exclusivo para la elaboración de chocolates finos por su punto de acidez y equilibrio. Colombia compite en esta variedad principalmente con Venezuela, Ecuador, Perú, República Dominicana y Panamá. El cacao criollo es altamente demandado en Europa.

Los precios de bolsa son una referencia para establecer el valor de venta del cacao, ya que este es un commodity, para el fino de aroma estos sirven de base y entre más especiales sean sus propiedades más se valoriza. Los precios de cacao de fino aroma en grano seco varían desde los \$ 18 000 hasta los \$ 50 000 USD por tonelada, lo que significa un valor agregado de exportación e incluso en parámetros de consumo interno nacional, supremamente rentables para la producción agrícola (OEC, 2020).

En la mayoría de los casos el precio de venta de este cacao se negocia directamente entre el importador y el productor, de acuerdo con el origen del producto, su sabor y demás cualidades. La selección de los granos debe ser minuciosa, al igual que su limpieza. Después del secado se deben eliminar todos los cuerpos extraños, granos quebrados, pizarrosos, mohosos y el polvo, dejando los mejores granos. El grano de alta calidad debe ser entero y pesar 1 gramo, además de estar libre de olores anormales, insectos, pesticidas y partes de cáscaras. Para la elaboración de chocolate, el proceso de fermentación y tostado del cacao es esencial para darle el sabor característico a este producto. Las cosechas deben tener control de plagas, estar preferiblemente cultivados bajo sombra para potenciar la calidad y la fermentación debe ser monitoreada regularmente. Estos factores son determinantes para conseguir la calidad, el sabor y el aroma del chocolate (The International Cocoa Organization, 2018).

Con respecto a los negocios internacionales aplicados a los productos agrícolas, se establecen tres etapas: la adquisición, la transformación y la comercialización. Durante la primera etapa se emprenden los procesos de siembra, cultivo y cosecha de los productos. La segunda etapa se refiere a los procesos de transformación que sufre el alimento para obtener un producto terminado deseado, y su posterior empaque, almacenamiento y transporte. La etapa final estudia los segmentos de mercado en donde el producto tiene cabida, teniendo en cuenta las preferencias de los consumidores, la fijación de precios, los canales de distribución y la presencia de agentes de competencia.

A pesar de su potencial ecosistémico y su extensa frontera agrícola, Colombia tiene una baja participación en el mercado internacional del Cacao, exportando una cantidad aproximada de 26 millones USD por año, e importando menos de 1 millón de USD en el mismo período (Figura 13 y 14). Sin embargo, un importante volumen del cacao de exportación se dirige a Europa Occidental, muy exigente en calidad de aromas y sabores, que transforma la materia prima en los chocolates más apetecidos a nivel mundial (Figura 3) (PROCOLOMBIA, 2018).

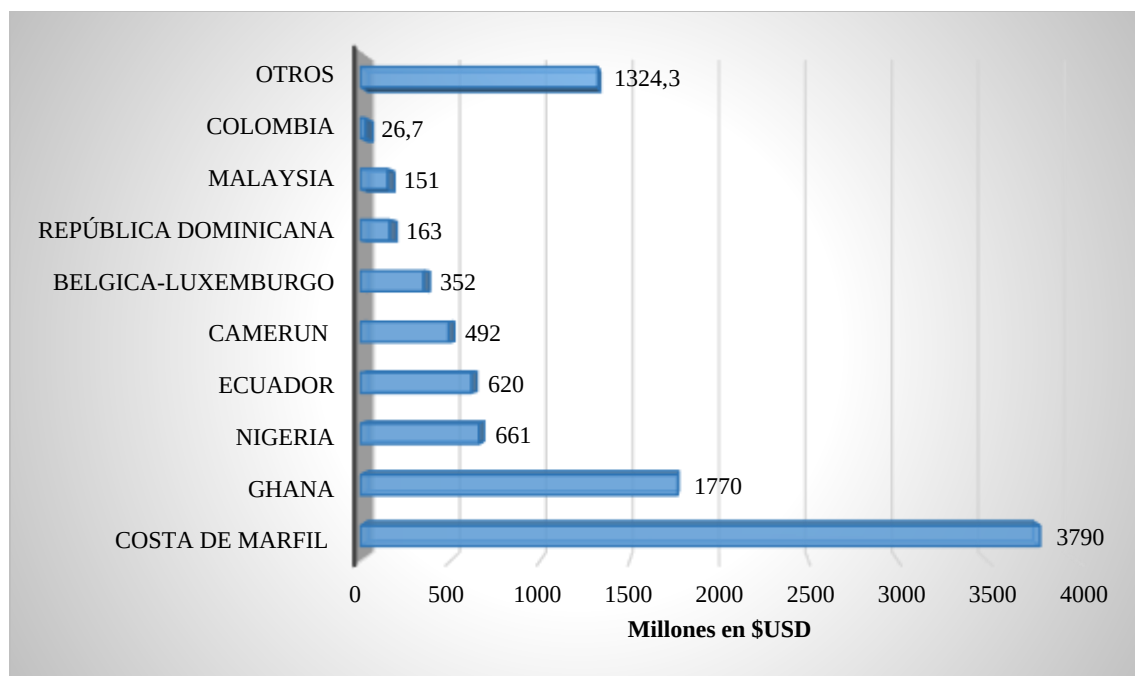


Figura 15. Exportación de Cacao en Bruto (\$M USD) a nivel mundial adaptado de PROCOLOMBIA, 2018.

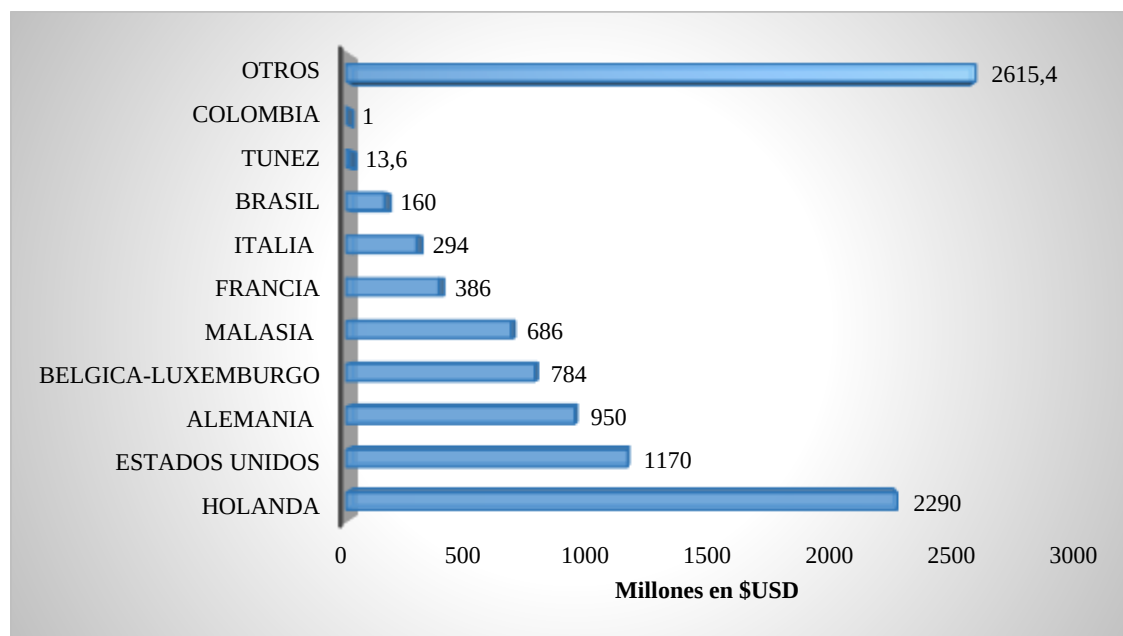


Figura 16. Importaciones de Cacao en Bruto (\$M USD) a nivel mundial Adaptado de PROCOLOMBIA, 2018.

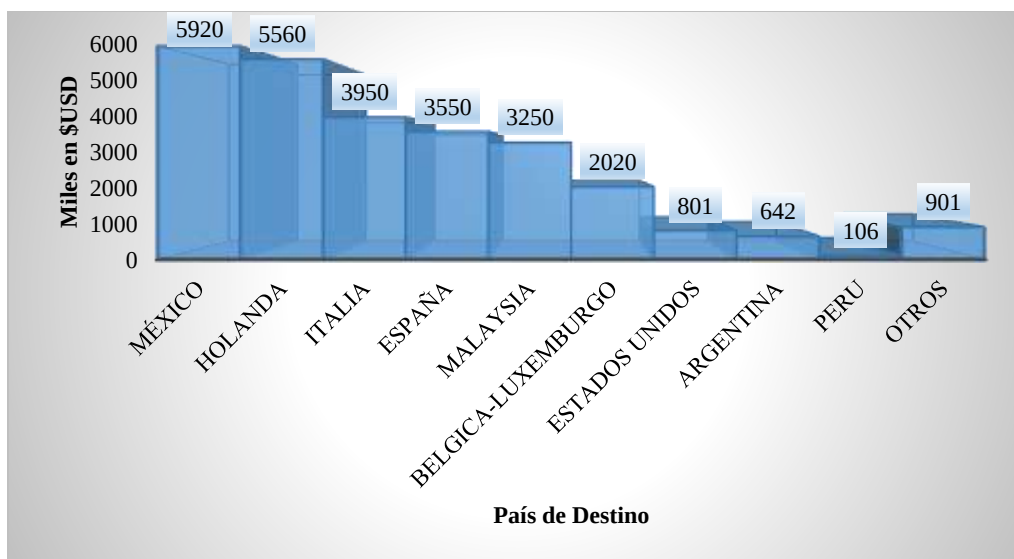


Figura 17. Exportaciones de Cacao en Bruto (Colombia) adaptado de PROCOLOMBIA, 2018.

Dado el contexto, se observa la ventana de oportunidad para el Cacao colombiano, ya que si se genera un sistema agroforestal que le permita un crecimiento y desarrollo a la especie botánica bajo condiciones óptimas, se podría alcanzar los estándares de calidad en perfil sensorial y en propiedades físicas y de composición química del grano de cacao, para entrar en el mercado europeo y norteamericano, apuntando a Holanda como un país de alta demanda de cacao premium.

Análisis técnico y ambiental

Esta sección expone el estudio de los parámetros técnicos que se establecen para la instalación y puesta en marcha del sistema agroforestal, permitiendo saber si en el área piloto de 6 hectáreas de la Finca Villa Mónica, ubicada en la zona rural del municipio de Paz de Ariporo, cuenta con las condiciones de suelo, agua y ecosistemas para tener un sistema productivo de plátano y cacao.

Como primer escenario, se describe los requerimientos ecosistémicos y sustanciales de cada una de las especies estudiadas para su implementación:

Theobroma cacao (cacao):

El cacao (*Theobroma Cacao*), como especie vegetal principal a implementar en el sistema agroforestal, se caracteriza por su potencial en la captura de carbono. Algunas investigaciones presentan resultados favorables para este cultivo, que integrado con especies forestales maderables y frutales, a edades de siembra de 5, 12 y 20 años, muestran capturas entre 26.2 tonC/ha y 45.07 tonC/ha en el suelo, captura de biomasa en especies arbóreas entre 12.09 t/ha y 35.5 ton/ha, y aumento de biomasa en hojarasca entre 4 ton/ha y 9.97 ton/ha (Ortiz, Riascos, & Somarriba, 2008)

El cacao es un árbol de leña densa y resistente, con porte bajo arbustivo, originario de sotobosque. Sus requerimientos ecosistémicos y fisiológicos se describen en la siguiente tabla:

Tabla 6. *Requerimientos ecológicos y fisiológicos del cultivo de Theobroma Cacao.*

Características	Condiciones altamente aptas	Condiciones Moderadamente Aptas	Condiciones Marginalmente Aptas	Condiciones No aptas
Altitud (m.s.n.m)	400-800	0-400 y 800-1000	1000-1200	Mayor a 1200
Temperatura Media Anual (°C)	24 a 28	28 a 30 y 24 a 20	30 a 32 y 20 a 18	Menor 18 y Mayor a 32

Continuación Tabla 6.

Características	Condiciones altamente aptas	Condiciones Moderadamente Aptas	Condiciones Marginalmente Aptas	Condiciones No aptas
Precipitación Anual (mm)	1800-2600	2600-3200 y 1800- 1500	3200-3800 y 1500- 1200	Menor a 1200 y mayor a 3800
Drenaje Natural del suelo	Moderadamente o Bien Drenado		Imperfectamente, moderadamente o excesivo drenado	Muy pobre, pobre o excesivamente drenado.
Profundidad Efectiva del Suelo (cm)	mayor a 100	50-100	25-50	Menor a 25
Nutrientes: Acidez (pH)	5,5-6,5	6,8,7,0 y 5,5-5,0	7,0-8,0 y 5,0-4,5	Mayor de 8 y menor de 4,5

Nota: Requerimientos del cultivo de *Theobroma Cacao* Adaptado de Rojas, 2013.

Para la producción de cacao se puede trazar una curva de la evolución general del rendimiento de la planta de cacao de acuerdo con la edad. La producción de frutos comienza a los 2-4 años, el rendimiento aumenta cada año hasta los 8 a 10 años, se estabiliza entre los 11-15 años y se mantiene desde los 16 hasta los 30-35 años (Batista, 2009).

Musa paradisiaca:

El plátano es una plántula monocotiledónea del orden de Escitamineales, a la familia de las Musáceas y a la subfamilia de la Musoideae. Su raíz se organiza en cuerpos delgados, crece horizontalmente en grupos de 3 o 4 raíces principales y con un corto alcance efectivo en profundidad. El 1 % de sus raíces son de orden primario, el 53% de orden secundario y el 46%, terciario, ubicándose en los primeros 30 cm del suelo. El crecimiento radicular se altera por cambios en las propiedades del suelo, como la textura, la permeabilidad y la homogeneidad. Debido a que el perfil de suelo del llano es franco-arcilloso, se permite un crecimiento radicular limitado pero suficiente, por lo que se exige un arado que permita una siembra relativamente poco profunda, que permitan una mayor permeabilidad de agua y nutrientes hacia las raíces (Garnica,

1998). El tallo de la planta de plátano es un cormo altamente vascularizado que se extiende desde la parte subterránea de la planta, hasta su altura óptima (hasta 4 metros), formando unos pseudo tallos laminarles en donde se desarrollan los pecíolos de las hojas, que se extienden radialmente en grandes estructuras foliares con un área efectiva de hasta 2 metros cuadrados, asegurando una alta tasa fotosintética, de intercambio de gases y de servicio ecosistémico de sombra para el cacao. Sobre la base de las hojas, y llegada la madurez se desarrolla un colino cubierto con brácteas (hojas gruesas de color rojo opacea) que lo protegen, que al desprenderse va formando flores masculinas y femeninas, las cuáles una vez polinizadas generan los frutos partenocárpicos (Garnica, 1998).

Tabla 7. *Requerimientos Ecológicos y Fisiológicos de la Musa Paradisiaca.*

Temperatura Adecuada	Precipitación y agua	Permeabilidad
27 °C ± 3 °C	1 800 mm anual de lluvia	Media-Alta
Indicador agroclimático que afecta la aparición de hojas, modificando el ciclo vegetativo. Es óptimo una temperatura adecuada.	Debido a su naturaleza Umbrófila y su extensa área de hoja, El sustrato ha de estar adecuado sus estomas se para que la infiltración de agua mantienen activos y sea efectiva y se evite la abierto permitiendo pudrición de raíces y cormo. grandes pérdidas de agua.	

Nota: Requerimientos adaptado de Garnica, 1998.

Estudio técnico-ambiental del área piloto del sistema agroforestal

Paz de Ariporo se localiza en la Intendencia de Casanare, entre los 5° 31'58'' y 6°50'57'' Latitud Norte, y 69°50'57'' y 72°06'41'' de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, con una extensión de área de 13 793 km² (1 379 300 hectáreas) en zona urbana y rural. En su aspecto geológico, se ubica en la llanura de desborde aluvial, cerca al piedemonte de la Cordillera Oriental, área de potencial uso silvopastoril y de bosques nativos. La temperatura promedio anual es de 26.5 °C, e históricamente cuenta con precipitaciones entre los 1500 y 2500 mm anuales. Se presentan vientos alisios desde la dirección Noroccidental, generando fenómenos locales de ascenso de corrientes de aire, generadores de fuertes calentamientos en época de sequía durante el año. Los principales cuerpos fluviales del área estudiada son el río Pauto, el río Ariporo y el río Pore, que se ramifican en más de una docena de riachuelos y quebradas que bañan las extensas llanuras que circunscriben las 6 hectáreas del proyecto piloto aquí descrito. Además, el departamento cuenta como limítrofe con el río Meta, ampliamente navegable (Arevalo, Rubio, Proaño, & Rivera, 1976).

Flora de Paz de Ariporo

La vegetación predominante de la región se secciona en bosques de piedemonte, de vega, de galería, riparios y especies de sabana alta seca y sabana baja sujeta a formación de inundaciones en las llanuras. En cercanías al área estudiada predomina el bosque de galería, debido a la zona de caño que se observa en la zona Norte del terreno. Este bosque se caracteriza por una amplia cantidad de especies por unidad de superficie, ampliamente distribuidas en la rivera. Las principales especies son: anima (*Protium sp*), cañaguete (*Tabebuia serrafoifolia*), guáimaro (*Brosium sp*), hobo (*Spondias-mombiu*) y platanote (*himamtathus articulata*), en combinación con palmas araco (*Socratea Durissima*), Cumare (*Astrocaryum Chambira*) y mil pesos (*Jessenia Polycarpa*). También se observa paisajísticamente extensa sabana de py bosque bajo de vega, compuesto por ;arboles grandes de alto drenado, vegetación patanosa y pastos bajos se lechos ribereños o de inundación, presentando los típicos especimenets de morichal: cedro macho (*Carapa Guianensis*), lechoso (*Brosimun sp*), pavito (*Jacaranda sp*), caimito o guásimo

(*Pouteria sp*), ceibas nativas como la ceiba común (*Ceiba Pentrada*) o el Bucare Ceibo (*Erythrina Poeppigiana*), charro (*Pesudolmedia Laevigata*), atapalo (*Ficus sp*), y balata (*Manilkara Bidentada*) (Arevalo, Rubio, Proaño, & Rivera, 1976).

Fauna de Paz de Ariporo

La fauna de la región es sumamente diversa, destacando un amplio número de aves como gallinetos, patos, cormoranes, pavos, paujiles, perdices, garzas, guacamayas, loros y colibríes. Entre los mamíferos, se destaca el chigüiro (*Hydrochaeris Hydrochaeris*), conocido como el mamífero de mayor tamaño a nivel mundial. También destacan la lapa (*Agouti Paca*), el picure (*Dasyprocta Fuliginosa*), zaino o cerrillo (*Dicotyles Tajacu*), la Danta o Tapir (*Tapirus Terrestris*), el venado caramerido (*Odocoileus Virginianus*) el mayor c;ervido de colombia de gran tamaño y cornamenta, el tigre mariposo o Jaguar (*Felis Onca*) , el carnívoro del oriente colombiano de gran valor ecológico, el oso negro o piñuelero (*Tremaretos Ornatus*), la nutria (*Lutra Longicaudis*), y el cachicamo o armadillo montañoero (*Dasypus kappleri*). Los primates nómadas más representativos son el mico de noche, el titi, araguaco, maicero blanco y cornudo, entre otros. Los reptiles más abundantes son la boa constrictora, la coral, matcaballo, cascabel, pudridora y pitón. En los cuerpos de agua mayúsculos destacan el valentón, cahama, temblón, bagrem curo, pintado, dorada, caribe, palometa, entre otros (Arevalo, Rubio, Proaño, & Rivera, 1976).

Debido a la ganadería extensiva, la tala y quema de bosques y la cacería furtiva y de defensa, las aves, mamíferos y reptiles ha sido desplazados de sus hábitats y llevados al riesgo de extinción, a pesar de su valor ecológico. Es por ello que los sistemas agroforestales etendiendo las fronteras de bosque naticos y agrícolas, recupera los hábitats y permite reestablecer nichos ecológicos para diferentes especies de las nombradas.

Descripción de suelos

Los suelos de los terrenos asociados son parcialmente mecanizables, por su inundabilidad, con relieve inclinado en un 0,3%, con presencia de zurales muy desarrollados, de perfil franco-

arcillosos, ligeramente permeables y adecuables, de alta acidez y contenido de material de aluminosilicatos (Arevalo, Rubio, Proaño, & Rivera, 1976).

Tabla 8. *Características climatológicas, ecosistémicas y edáficas del territorio de Finca Villa Mónica*

Sistema Agroforestal-Villa Mónica - Paz de Ariporo		Dato	Optimo	Regular	Inadecuado
Características agroclimáticas del ecosistema de producción.	Temperatura	24-30 oC	x		
	A.S.N.M.	340 msnm		x	
	Pluviosidad	1500 - 2500 mm	x		
	Humedad Relativa	60%	x		
	Implementación de Riego.	SI	-		-
Caracterización de los Suelos.	Nivel de profundidad mayor a un metro	1.6 M	x		
	Horizontes compuestos por arcillas endurecidas	Sin capas hasta el H-C	x		
	Capas arenosas de considerable profundidad	NO	x		
	El nivel freático mayor a 1.5 metros de profundidad	1.8 m	x		
	Equilibrio entre partículas arenosas, limosas y arcillosas.	Franco Arcilloso		x	
	Permite la circulación del agua sobrante con facilidad.	Necesidad de Drenaje		x	
Agrupación Forestal.	Ventajas de la Integración entre especies:	Principalmente un apoyo financiero en el inicio del cultivo y mejoramiento de las condiciones de producción.			
	¿Cuál es el trazado que aconseja para la siembra?	Cacao 3x3; Bucare Ceibo 9x9; Plátano 3x3			
Rendimiento de Producción del Sistema.	Producción a partir del año 5 (Pico de Producción) Grano Seco Ha/Año	2 500 kg	x		
	Producción acumulada Plátano durante los 3 primeros Años.	35 900 kg	x		

Nota: Características climatológicas, ecosistémicas y edáficas del territorio de Finca Villa Mónica, por Torres C, 2020.

Análisis químico del suelo

En los resultados del presente trabajo, también se informa el estudio de composición de suelos del área rural del municipio de Paz de Ariporo:

Tabla 9. *Propiedades y Composición Química de los suelos de la región.*

LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.										
Ph	CE dS/m	CO	N	Ca	K	Mg	Na	AI	CICE	CIC
		%		meq / 100g						
4,68	Ns	1,30	0,52	0,19	0,11	0,07	0,05	2,17	2,58	10,08
P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	TEXTURA
mg / kg										
17,97	ns	1,55	40	9,79	1,76	0,41	20	21,36	60,84	F
PARÁMETRO										
pH	Acidez: 4,68					Ca K Mg Na	Bases Intercambiable.			
CE	Conductividad Eléctrica					CIC	Capacidad de intercambio Catiónico.			
CO	Carbono Orgánico Oxidable					CICE	CIC efectiva			
N	Nitrógeno Total.					AI	Acides Intercambiable			
P	Fósforo.					S	Azufre Disponible.			
Cu Fe Mn Zn	Micro elementos					B	Boro.			

Nota: Propiedades y Composición Química de los suelos de la región adaptado de Peña, Rubiano, Peña, & Chaves, 2009.

La evaluación física y química de los suelos, que reporta Peña, et al, 2009, establece las condiciones de inicio de la fertilidad del suelo a usar para el proyecto agroforestal. El nivel de nutrientes del suelo es un factor modificable por actividad humana, quien procede a aplicar sustancias correctivas que contengan los nutrientes que el suelo necesita. Los elementos de mayor requerimiento y exigencia son el Fósforo (P), Potasio (K), Nitrógeno (N). Los elementos medios

o de menor requerimiento son el cómo Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Azufre (S) y elementos menores como Zinc (Zn), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Boro (B), Molibdeno (MO) y Hierro (Fe). El consumo de Elementos Mayores y medios fue estimado de forma experimental por Murillo (2017), quien indica que para una cosecha de 1000 kg/ha de cacao en grano seco se requiere, en base de cosecha, 20 kig de N, 9,6 kg de Ácido Fosfórico (H_3PO_4) que aporta fósforo, y 1,28 kg de Oxido de Potasio (K_2O) que aporta potasio. Esta cantidad neta desprecia el consumo nutricional y adicional que genera la estructura de la planta en su crecimiento y desarrollo, y el requerimiento de nutrientes que tiene el Bucare Ceibo que presta servicios ecosistémicos. Según conclusiones del estudio, una hectárea de cacao, demanda para su crecimiento una cantidad media de nutrientes de N: 60 kg; P_2O_5 : 55.3 kg; K_2O : 100 kg y MgO: 2.5 kg (Murillo L, 2017)

Diseño de siembra agroforestal

TRAZADO: El trazado sobre el suelo de cultivo permite señalar los puntos en el suelo donde se ejecutará las perforaciones que servirán de receptores de los árboles desarrollaos a trasplantar en el cultivo. Debe haber un trazado para el cacao de tal forma que se cobije del sombrío transitorio del plátano, y del sombrío permanente del cultivo. FEDECACAO recomienda realizar trazados que generen una alta densidad de entre 1 100 y 1500 plantas de cacao por hectárea, para monocultivo, formando triángulos o cuadrados entes los especímenes, y regulando siempre la distancia de forma uniforme o en arreglos asimétricos que permitan un aprovechamiento del terreno prospectado. Implementado el cultivo de plátano, se prospecta que la relación óptima para que exista el sombrío transitorio es de 1:1 de cacao por plátano sembrado.

El sistema agroforestal propuesto para el proyecto integra el cultivo de Cacao (*Theobroma Cacao*), el plátano criollo (*Musa Paradisiaca*) y Bucare Ceibo (*Erynthrina Poeppigiana*). Se propone un sistema de corredores agrícolas con hileras intercaladas entre el Cacao y el Plátano criollo, conservando una distancia periódica entre hileras de la misma especie de 6 metros radiales, y una distancia entre sujeto y sujeto botánico en la misma hilera de 3 metros radiales, constituyendo la base productiva de la agroforestería. Se incorpora el Bucare Ceibo como fijador de Nitrógeno y biomasa en el suelo, y como generador de sombra para el cacao en sus edades adultas, en un arreglo de 9 x 9 metros dentro de la preestablecida configuración del Cacao y el Plátano criollo. En este tipo de arreglos se llega a tener una densidad de 900 a 950 árboles de Cacao por hectárea. A continuación, se expone el sistema agroforestal en la Figura 1, para un mejor entendimiento.

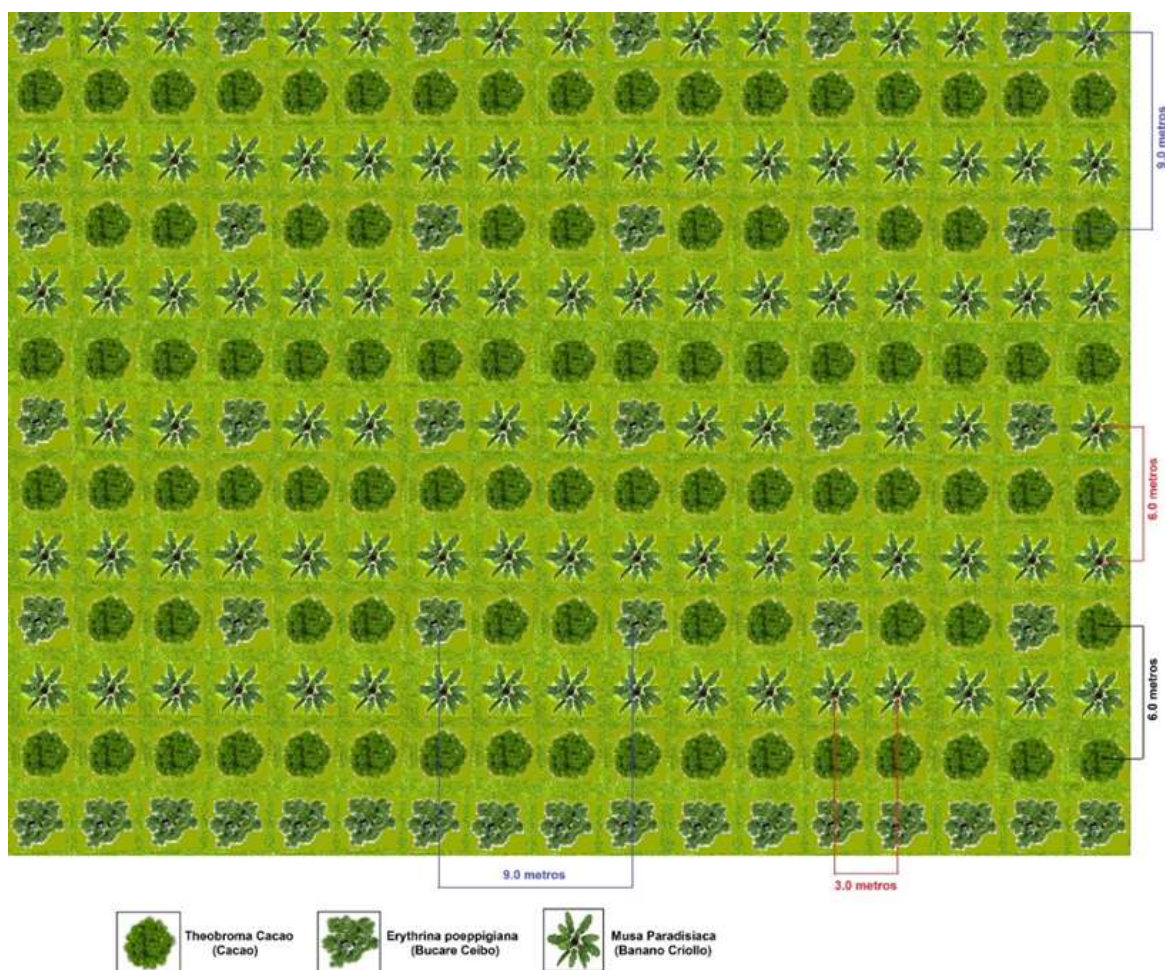


Figura 18. Arreglo agroforestal entre las especies seleccionadas para cultivo: Cacao, Plátano Criollo y Bucaré Ceibo por Torres C, 2020.

Proceso de producción agroforestal

El sistema de producción del cultivo agroforestal con implementación de varias especies productivas, se determina una sucesión de siembra de tales especies de forma intercalada. De tal manera que cuando se ejecuta la siembra sobre suelos de sistemas agroforestales con cacao, se realiza la combinación en las primeras etapas del ciclo productivo con especies de ciclo medio (Plátano), y durante la mayor parte de la vida productiva se usan árboles de porte alto y sombreadamiento extenso, sean o no maderables, en este caso una especie que presta un servicio ecosistémico efectivo, que sería el Bucare Ceibo.

- **Primera etapa:** Instalación de cultivos de alto rendimiento

- I. Siendo seleccionado el área de aplicación del sistema agroforestal, y definidas sus características agroecológicas y de perfil de suelo, se procede a realizar labores de labrado y bajado de dominancia de pastos y gramíneas predominantes, sin llegar a la eliminación absoluta y dejando una capa biótica activa que prevenga la erosión. Se hace un acondicionamiento de fertilización de suelos, aplicación de agentes desinfectantes y controladores de placas, neutralización de suelos, nutrimento y marcado.
- II. Se realiza la construcción de viveros para la producción, crecimiento y cuidado de plántulas de cacao, principalmente. De manera proporcionalmente simultánea se siembra las plantas de sombrío transitorio y perenne, aproximadamente 6 meses antes del trasplante del cacao, con el fin de que, en el momento que las plántulas de cacao estén listas para ser trasplantadas al suelo, esté lista la sombra para la implementación total de especies. La construcción del vivero involucra la adecuación del área para su instalación, construcción de cobertizo, llenado de bolsas y siembra de semilla de cacao, formación de arales, sistemas de riego, manejo de plántulas e injerto en viveros. Posteriormente se hace el ahoyado y trasplante una vez cumplido el ciclo de crecimiento de la planta de cacao.
- III. Siembra en vivero del material vegetativo de plátano, obteniendo la semilla inicial para la siembra de arranque, y recuperando los colinos fértiles para producción de rebrotes naturales inducidos. Este tipo de semillas se obtiene mediante un proceso de generación de brotes de mayor cantidad de yemas activadas en el rizoma en condiciones normales. Entonces, de cada rizoma se obtienen varias semillas pequeñas de 200 a 300 gramos, que se llevan a bolsas con sustratos de desarrollo radicular, a manera de almácigo, y permanecen hasta alcanzar un crecimiento de 30 cm por plántula, momento en el cuál las plántulas están listas para instalarse en suelo destinado.

- **Segunda Etapa:** Manejo del cultivo agroforestal

Este período comprende el tiempo desde la instalación de todas las plantas en el sitio definitivo, hasta el inicio de la edad de producción del cacao. Las actividades relacionadas son:

- I. Se realiza poda formativa y correctiva sobre los árboles injertados, que no desarrollan horqueta, y su crecimiento se da de manera oblicua como lo hacen las ramas principales. Por ello, los árboles “clonado” se podan dirigiendo las ramas que se desprenden del tronco principal hacia una dirección que abran ocupando espacios de forma análoga como lo hacen los árboles crecidos directamente de las semillas. Esto se logra eliminando las ramas de porte bajo o de mal direccionamiento, y los denominados chupones.
- II. Se debe realizar procedimientos de control de malezas, debido a que la hojarasca de los árboles de cacao aún no representa un servicio masivo de cobertura de suelos, y el sistema es susceptible a crecimiento de malezas que deben ser controladas con herbicidas de baja toxicidad o con labores manuales.
- III. Se implementa la recolección periódica de cosecha del plátano como especie de sombrío y producción transitoria. La venta de estas abundantes cosechas permite un flujo de caja positivo para el negocio implementado.
- IV. Se realiza manejo de sombrío permanente y transitorio, durante el ciclo productivo del plátano, cuidando los espacios donde se prospecta sembrar el cacao para garantizar su correcto crecimiento. Se debe eliminar las plántulas deficientes de cacao antes de la siembra, e implementar manejo de especies de sombrío perenne, en este caso, la vigilancia y control de los árboles de Bucare Ceibo sembradas.

- **Tercera Etapa:** Ejecución de prácticas en plantaciones adultas.

La correcta implementación de prácticas agrícolas durante la edad productiva del cacao es el fundamento del éxito financiero, técnico y operativo del sistema agroforestal. Las actividades implementadas son:

- I. Labores de podas que balanceen el crecimiento vegetativo y la tasa reproductivas de las especies sembrada, que permitan que cada árbol de cacao se desarrolle bien, este saludable y alcance su máximo productivo. Si es necesario se debe eliminar las partes improductivas en el cultivo, regular la altura de todas las especies sembradas, y generar condiciones seguras que prevengan el ataque inminente de malezas y enfermedades.

- II. Se debe controlar las siguientes enfermedades: Escoba de Bruja, Monilia, Phythophthora, Rosellina y Ceratocystis.
- III. Se debe regular la sombra para el cacao joven y adulto. El cacao joven tiene una relación de sombra de 70%, con una exposición de radiación solar de 30 %. El cacao adulto exige 70% de radiación solar, y 30% de sombra. La regulación debe medirse y controlarse de forma periódica, en función del esquema de cronograma productivo, y en función de la fenología del cultivo. La sombra transitoria que brinda el plátano se reduce de forma gradual desde el año 2 al 4.
- IV. Se debe proceder al control regulativo de malezas, que en abundancia o a determinado nivel de presencia disminuyen el rendimiento de plantas productivas, o la disponibilidad de luz, y agua y nutrientes por competencia radicular.
- V. Se debe implementar prácticas controladas de fertilización por aplicación edáfica, riego o aspersión foliar, según planes de acción y en función del estudio de nutrimentos en el suelo sembrado, que pueden abundar o escasear según sea el caso.
- VI. La cosecha se realiza de forma quincenal, en el trimestre terminal del año (Octubre, Noviembre y Diciembre). También en Enero, Abril, Mayo y Junio coincidiendo con las etapas de mayor producción de frutos. Los demás meses del año se debe hacer cada 20 días.
- VII. Se debe construir o generar sistemas de drenaje según requerimientos circunstanciales, muy común en las llanuras inundables del Casanare.

Análisis financiero del proyecto agroforestal

Los indicadores financieros sustentan la viabilidad y aplicabilidad de un modelo de negocios agroforestal, ya que son una predicción inicial del comportamiento económico de lo favorable o desfavorable del mismo, determinando una rentabilidad relacionada con el costo de implementación de los procesos que circunscriben un sistema agrícola y ecológico de largo plazo. En este capítulo se determinana los costos de establecimiento y operación de la instalación y puesta en marcha del sistema agroforestal con las especies *Theobroma Cacao* (Cacao), *Musa Paradisiaca* (Plátano) y *Erynthrina Poeppigiana* (Bucare Ceibo). Tambien, en base del modelo comercial, se determinará los ingresos del sistema. Finalmente, el valor e indicadores como el punto de equilibrio, el VPN (Valor Presente Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno), brindará el criterio heurístico de la viabilidad financiera del proyecto.

Con respecto al cálculo del costo se toma en cuenta el estudio económico de variables técnicas y de proceso: Preparación de Tierras como actividad directa, trazado y estacado, aplicación de correctivos a las actividades desarrolladas, ahoyado del plátano, limpieza y desinfección de los colinos de plátano, siembra de los colinos, ahoyado para el cacao, transporte de material vegetal para el proceso agrícola, control de malezas en cultivo, control fitosanitario de la biomasa del plátano, operaciones de fertilización, podas de la población y mantenimiento de Drenajes. También se toma en cuenta los servicios de diseño e implementación de ingeniería a nivel de realización piloto en una extensión de 6 hectáreas de tierra, que conforman: Análisis fisicoquímico de suelos, Análisis de Contenido de Cadmio, Semillas Colinos de Plátano, Diseño e Implementación de Sistema de Riego por aspersión de bombeo desde aljibe, y herramientas estándar para operario en la agricultura (Palín de Dragado, Palin Machetilla, Tijera Aérea, Tijera Manual, Cuchillo de Injertar y Bomba de Fimugación de Espalda Motorizada). Dentro de los parámetros más específicos, como la desinfección de colinos se utiliza agentes fungicidas e insecticidas), los correctivos para el suelo incluyen aplicación de Cal Dolomita en una dosis de 300 g/plántula, el proceso de fertilización edáfica con una dosis de 180 g/plántula, el proceso secundario de fertilización edáfica con una dosis reducida a 90 g/plántula. Dentro de los costos también se aplica Fertilizante Foliar en una dosis de 2 kg/hectárea, y fungicidas e insecticidas por aplicaciones específicas.

Capacidad de producción

En función de la revisión de proyectos ejecutados a escalas mayores en producción de Cacao y Plátano, se estima una producción aproximada del sistema implementado.

Tabla 10. *Producción anual de especie agrícola del sistema por hectárea por año.*

Rendimiento de Producto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6 a 25
Cacao en Grano Seco (kg/ha/año)	-	500	900	1500	2 500	50 000
Plátano en bruto (kg/ha)	6200	18500	11200	5800	-	6 000

Nota: Producción anual por especie por Torres C, 2020.

El rendimiento productivo de cada especie en el sistema varía para cada período anual. El cacao inicia su producción en el año 2 con un incipiente 20% de la capacidad máxima instalada, debido a su poca madurez y progresiva adaptación al suelo y las demás especies de la comunidad. En el año 5 logra una madurez óptima, que se transcurre hasta el cierre de ciclo global productivo, a los 25 años de ejecución, lo que se refleja en una producción de 2 500 kg/ha/año.

El plátano, de desarrollo y producción más rápida, inicia su producción en el año 1 con el 30% de la capacidad instalada, y en el año 2 alcanza su máximo con 18 500 kg/ha/año. Las cosechas periódicas del cultivo de plátano, además de su servicio ecosistémico, brinda un nivel de ingresos viable para sustentar el proyecto mientras se alcanza la máxima producción de cacao. Esta especie pierde protagonismo en el sistema agroforestal de forma gradual, cediendo área al crecimiento radial y arbustivo del cacao. Llevando a que, a partir del año 5, y sin requerimiento de sombra, se disminuya al mínimo el número de especímenes de plátano, que constituyen una producción incipiente para el negocio, cediéndole la prestación de servicios ecosistémicos al bucare ceibo.

Costos de producción

Para determinar los costos totales de producción se establecen los costos fijos y los costos operativos periódicos que enmarcan la producción del sistema agroforestal propuesto de Cacao-Plátano-Bucare Ceibo en Villa Mónica.

Tabla 11. *Costos fijos de instalación de sistema agroforestal propuesto.*

Establecimiento de 6 hectáreas para proyecto agroforestal de cacao + banano + bucare ceibo							
Presupuesto							
Ítem	Descripción	Unidad	Can t	V unitario	V. Parcial	Hectáreas	Valor total
1	Mano de obra para el establecimiento del cultivo de plátano + cacao						\$ 10.650.000,00
1.1	Preparación de tierras	Jornal	10	\$ 25.000,00	\$ 250.000,00	6	\$ 1.500.000,00
1.2	Trazado y estacado	Jornal	10	\$ 25.000,00	\$ 250.000,00	6	\$ 1.500.000,00
1.3	Aplicación de correctivos	Jornal	3	\$ 25.000,00	\$ 75.000,00	6	\$ 450.000,00
1.4	Ahoyado plátano	Jornal	3	\$ 25.000,00	\$ 75.000,00	6	\$ 450.000,00
1.6	Desinfección colinos plátano	Jornal	4	\$ 25.000,00	\$ 100.000,00	6	\$ 600.000,00
1.7	Siembra colinos de plátano	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00	6	\$ 750.000,00
1.9	Ahoyado para cacao	Jornal	4	\$ 25.000,00	\$ 100.000,00	6	\$ 600.000,00
1.11	Transporte material vegetal	Jornal	4	\$ 25.000,00	\$ 100.000,00	6	\$ 600.000,00
1.12	Control de malezas	Jornal	6	\$ 25.000,00	\$ 150.000,00	6	\$ 900.000,00
1.13	Control fitosanitario plátano	Jornal	6	\$ 25.000,00	\$ 150.000,00	6	\$ 900.000,00
1.14	Fertilización	Jornal	7	\$ 25.000,00	\$ 175.000,00	6	\$ 1.050.000,00
1.15	Podas eliminación de hojas.	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00	6	\$ 750.000,00
1.16	Mantenimiento drenajes	Jornal	4	\$ 25.000,00	\$ 100.000,00	6	\$ 600.000,00

Continuación Tabla 11.

Establecimiento de 6 hectáreas para proyecto agroforestal de cacao + banano + bucare ceibo							
Presupuesto							
Ítem	Descripción	Unidad	Cant	V unitario	V. Parcial	Hectáreas	Valor total
2	Implementación del cultivo de plátano + cacao						\$ 37.638.000,00
2.1	Análisis químico de suelo (incluido cadmio)	Muestra	1	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00	NA	\$ 150.000,00
2.2	Colinos de plátano*hectárea	Und	300 0	\$ 700,00	\$ 2.100.000,00	6	\$ 12.600.000,00
2.3	Desinfección de colinos de plátano (fungicida e insecticida) *hectárea	Unid	300 0	\$ 150,00	\$ 450.000,00	6	\$ 2.700.000,00
2.4	Correctivo para el suelo (cal dolomita -300 grs*planta) - 7 bultos*hectárea	Unid	300 0	\$ 102,00	\$ 306.000,00	6	\$ 1.836.000,00
2.5	Primera fertilizada completo edáfico (180 grs/planta) - 7.2 bultos*hectárea	Unid	300 0	\$ 180,00	\$ 540.000,00	6	\$ 3.240.000,00
2.5	Segundo fertilizante completo edáfico (90 grs/planta) - 3.5 bultos*hectárea	Unid	300 0	\$ 160,00	\$ 480.000,00	6	\$ 2.880.000,00
2.6	Fertilizante foliar desarrollo - 2 kg/hectárea.	Unid	300 0	\$ 24,00	\$ 72.000,00	6	\$ 432.000,00
2.7	Litro fungicida*hectárea	Unid	300 0	\$ 15,00	\$ 45.000,00	6	\$ 270.000,00
2.8	Kilo de insecticida*hectárea	Unid	300 0	\$ 10,00	\$ 30.000,00	6	\$ 180.000,00

Continuación Tabla 11.

Establecimiento de 6 hectáreas para proyecto agroforestal de cacao + banano + bucare ceibo							
Presupuesto							
Ítem	Descripción	Unidad	Cant	V unitario	V. Parcial	Hectáreas	Valor total
2.9	Herramientas: palín de dragado, palín, machetilla, tijera aérea, tijera manual, cuchillo de injertar y bomba de fumigación de espalda motorizada	Unid	1	\$ 1.350.000,0 0	\$ 1.350.000,00	6	\$ 1.350.000,00
3.0	Sistema de riego por aspersión de bombeo de aljibe	Unid	1	\$ 12.000.000, 00	\$ 12.000.000,0 0	6	\$ 12.000.000,00
Valor total del proyecto							\$ 48.288.000,00
Valor por hectárea							\$ 8.048.000,00

Nota: Costo de instalación e implementación por Torres C., 2020.

Los costos establecidos para la implementación y ejecución del sistema agroforestal se discriminan en requerimiento de mano de obra o personal obrero, insumos y herramientas, que abarcan los requisitos técnicos e ingenieriles para la instalación eficiente del sistema agroforestal propuesto. La tabla 8 está diseñado para costear el mantenimiento de una (1) hectárea del sistema, de forma detallada y sistemática. El costo por hectárea es de \$ 8.048.000.

Luego se reportan los costos operativos de mantener sostenido el sistema productivo agroforestal, que a partir del año 5 se repetirá de forma periódica hasta el final del ciclo productivo del cacao alrededor del año 20 o máximo 25.

Tabla 12. *Costos operativos del sistema agroforestal en Villa Mónica.*

Costos de manejo del sistema agroforestal Cacao - Plátano - Bucare POR HECTÁREA													
Rubro		Un ida d	C an tid ad	Valor Unitari o	Valor Total	Ca nti da d	Valor Total	Ca nti da d	Valor Total	Ca nti da d	Valor Total	Ca nti da d	Valor Total
MANO DE OBRA (Costo Variable)													
AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Actividades de cultivo de Sombrío (Plátano y Teca)													
Mantenimient o de Canaletas.	Jor nal	0	25.000	0	2	50.000	2	50.000	2	50.000	2	50.000	
Fertilización (3 veces por año)	Jor nal	3	25.000	75000	3	75.000	3	75.000	3	75.000	3	75.000	
Control manual de Avances	Jor nal	3	25.000	75000	3	75.000	3	75.000	3	75.000	3	75.000	
Control de Plagas y Enfermedades	Jor nal	4	25.000	60 000	4	100.000	4	100.000	4	100.000	4	100.000	
Actividades de cultivo de Cacao.			25.000	0		0	0	0		0		0	
Aplicación de Correctivos.	Jor nal	2	25.000	50000	2	50.000	2	50.000	2	50.000	2	50.000	
Fertilización	Jor nal	3	25.000	75000	3	75.000	3	75.000	3	75.000	3	75.000	
Control de Plagas y enfermedades	Jor nal	4	25.000		4	100.000	4	100.000	4	100.000	4	100.000	
Otras Labores.			25.000	0		0	0	0		0		0	
Manejo de Sombrío.	Jor nal	4	25.000		4	100.000	4	100.000	4	100.000	4	100.000	
Podas y Desplumes.	Jor nal	4	25.000		4	100.000	4	100.000	4	100.000	4	100.000	
Podas de formación y cicatrización.	Jor nal	0	25.000	0	3	75.000	3	75.000	3	75.000	3	75.000	
recolección del Plátano.	Jor nal	0	25.000	0	10	250.000	10	250.000	10	250.000	0	0	
Recolección de Cacao.	Jor nal	0	25.000	0	0	0	10	250.000	10	250.000	15	375.000	
Sub Total Mano de Obra.		27		675.000	42	1.050.000	52	2.720.000	52	1.300.000	47	1.175.000	

Nota: Producción anual por especie Torre C, 2020.

Indicadores económicos

El análisis financiero del sistema agroforestal será detallado con diversos indicadores económicos que permitirán tener una visión más clara del comportamiento económico de la producción y de lo que acontece financieramente. Este análisis contará con indicadores como Valor Presente Neto

y TIR, lo cual dará la oportunidad de evaluar la factibilidad de desarrollar el proyecto agroforestal.

Valor presente neto (VNP)

El valor presente neto es un indicador que permite medir proyectos a largo plazo. Para medir este indicador se parte de la base de que la proyección del dinero en el futuro está acompañada con factores como la tasa. Para la proyección actual esta tasa será representada con el 15% anual.

Tabla 13. *Valor Presente Neto del sistema agroforestal.*

VPN Hasta Año 5
\$ 31.973.223
VPN Hasta Año 20
\$ 444.938.163

Nota: Presente neto por Torres C, 2020.

En el cuadro anterior se puede observar que el VPN se ha estructurado de dos maneras, la primera muestra el VPN hasta el año 5 en donde finaliza el cultivo de Plátano y la producción de cacao empieza su máxima productividad. Este VPN representa un valor de \$31.973.223, valor positivo que cumple con los pronósticos económicos. No obstante, este indicador refleja un VPN bajo debido a que hay que involucrar los años restantes de producción.

El segundo VPN analizado da una cifra de \$444.938.163. Valor optimista que influye en la relación de 20 años de producción de las especies involucradas en el sistema agroforestal, Cacao, Plátano y Bucare Ceibo.

Análisis de la tasa interna de retorno (TIR)

La tasa Interna de Retorno indica la rentabilidad de un negocio. La TIR se calcula en base a la proyección del flujo de caja. Este indicador es fundamental para tomar la decisión de implementar el negocio puesto que especifica la tasa de rentabilidad que poseerá, esta rentabilidad debe ser suficientemente atractiva para el riesgo del negocio.

Tabla 14. *Tasa Interna de Retorno del sistema agroforestal.*

TIR Hasta Año 5
0,30
TIR Hasta Año 20
0,76

Nota: Tasa interna de retorno por Torres C, 2020.

Para el análisis de este indicador, se hizo la misma evaluación que el Valor Presente Neto, se ha calculado la TIR en dos espacios claves del Agronegocio. Del año 0 al año 5 y del año 0 al año 20. Esto se realizó para identificar el comportamiento de la Tasa Interna de Retorno hasta la fecha de finalización de la producción de plátano (año 5) y por otra parte hasta el año de finalización del sistema agroforestal (Año 20). Mientras que hasta el año 5 la TIR representa un 30%, para el año 20 es de 76%. Sin duda son parámetros positivos para la evaluación del sistema agroforestal puesto que representan una adecuada rentabilidad que hace el Agronegocio factible en su ejecución. La principal diferencia entre estas dos tasas internas de retorno es la acumulación productiva de los 20 años del agro sistema.

Punto de equilibrio

El sistema agroforestal y su estructura de agronegocio posee diferentes cantidades de producción a lo largo de los diferentes años de ejecución. Por ello es importante definir el punto de equilibrio anual, para así determinar el porcentaje de producción necesario en cada especie para alcanzar los costos de producción. Obsérvese la tabla 12 para el siguiente análisis El punto de equilibrio es cuantificado desde el año 2 debido a que en el año 1 el sistema agroforestal no cuenta con producción. En el año dos se observa que en porcentaje el punto de equilibrio es del 27% lo que

corresponde a 81 Kg de cacao y 4.536 Kg de Plátano por hectárea. A partir del año 3 la cantidad cambia debido al aumento de la producción de cacao y a la disminución de producción de plátano siendo el indicador en porcentaje de 29%, con 203 kg de cacao y 3.248 Kg de Plátano. En el año 4 el porcentaje es de 50% partiendo de una producción de 510 Kg de cacao y 2142 Kg de plátano. A partir del año 5 hasta el año 18, el cual es el año previo a la recolección de la madera, el porcentaje del punto de equilibrio es del 46%, siendo la totalidad de la producción establecida por el cacao con 805 Kg. Esto debido a que el plátano cesará la producción para otorgarle mayor área de crecimiento al cacao.

Tabla 15. *Determinantes y cofactores del punto de equilibrio para el agronegocio.*

Variables	Punto de Equilibrio.					
	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5	Del Año 6 Hasta el año 25
Ventas		\$ 136.200.000	\$ 121.800.000	\$ 91.400.000	\$ 108.500.000	\$ 108.500.000
Costos Fijos		18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	\$ 18.000.000
Costos Variables		37.090.000	35.490.000	45.850.000	50.250.000	\$ 50.250.000
Costos Totales.		55.090.000	53.490.000	63.850.000	68.250.000	\$ 68.250.000
Punto de Equilibrio \$		37.090.000	35.490.000	45.850.000	50.250.000	\$ 50.250.000
Punto de Equilibrio %		27%	29%	50%	46%	46%
P.E. En Unidades.	Cacao kg	81	203	510	805	805
	Plátano kg	4.536	3.248	2142	-	-

Nota: Punto de equilibrio por Torres C, 2020

Periodo de recuperación de la inversión

El periodo de recuperación de la Inversión es el momento exacto en el que los ingresos de la producción van a otorgar la totalidad del costo de inversión inicial. En el caso del proyecto agroforestal, el punto de equilibrio se calcula según la inversión inicial y el flujo de caja acumulado anual que se determinó en la planeación financiera. En 6 hectáreas el costo inicial es de \$121.573.000 teniendo en cuenta que esta cifra fue establecida por costos de establecimiento del primer año, costos variables del primer año, costos indirectos de fabricación del primer año y costos administrativos del primer año. Si se detalla el flujo de caja acumulado vinculado en la tabla 12, se logra establecer que el periodo de recuperación de la inversión es de 2 años con 8 meses. Este periodo es factible teniendo en cuenta la duración total del proyecto que es de 20 años.

Estructura organizacional

El contexto socioeconómico, cultural y técnico del espacio donde se presume la implementación del sistema agroforestal, permite elaborar un Organigrama que obedece a una visión futura de la organización productiva de Cacao y Plátano.

Como se muestra en el Anexo 1, la organización está encabezada por una Asamblea General Hegemónica compuesta de individuos que comparten un vínculo de posesión familiar o de cercanía social del suelo y los recursos a implementar en cultivo. Esta asociación humana toma la decisión más importante que es destinar recursos físicos, estructurales y financieros para la realización del proyecto, esperando reportes de avance y la recuperación de su inversión, y aspirando a un enriquecimiento lícito en base de actividades agroecológicas. La Dirección Ejecutiva es encabezada por el Gerente General, quien tiene a su disposición todo el recurso brindado por la asamblea para implementar, ejecutar y dar viabilidad al sistema agroforestal propuesto.

Desde esta dirección, se gesta la formación de cuatro pilares organizacionales clave:

- I. Dirección Administrativa: Encargada de la administración de los recursos generales del proyecto, su correcta disposición y ejecución bajo planeación y vigilancia específica, y esta subdireccionada a las siguientes unidades: Coordinación de Recursos Humanos, encargada de establecer la ruta crítica de contratación, estableciendo y haciendo seguimiento de los estamentos y acciones contractuales con los trabajadores de la organización; Coordinación de Secretariado Ejecutivo, que se encarga de establecer un equipo humano que haga vigilancia administrativa a cada proceso y subproceso de la organización agroecológica y definir, según necesidad, crecimiento y extensión de la empresa de producción de cacao en semilla, una serie de Gerentes Seccionales de poder parcializado; y una Coordinación de Gestión de la Información, un equipo selecto de profesionales que lleven el control temporal de los procesos de la empresa y en base a puntos de inflexión, bien sea de crecimiento o decrecimiento financiero o económico, den consejo de los nichos de fallo en el proceso y que decisiones administrativas resultan convenientes o inconvenientes.

- II. Dirección Técnica y Operativa: Encargada de la implementación, ejecución y sostenibilidad técnica y ambiental de todo el Sistema Agroforestal implementado y los que se implementarán luego del éxito del proyecto piloto. Según el perfil del proyecto, se debe estructurar una serie de coordinaciones que ejecuten decisiones y planes técnicos de forma asertiva y rápida, las cuales son: Coordinación de Acciones Agrícolas, responsable desde el plantario y semillero, adecuación y organización de recursos ecosistémicos, suelo y agua, siembra, cuidado, crecimiento y cosecha de productos agrícolas, junto con el manejo de prácticas agrícolas; Coordinación de Acciones Ingenieriles y Ambientales, responsable de implementaciones tecnológicas de sistemas de riego, manejo y aplicación de insumos químicos y de RESPEL (Residuos Peligrosos), Seguridad e Higiene Laboral en Cultivo, y toda adquisición o insumo, sin dejar de lado el área de estudio, seguimiento y saneamiento ambiental que involucre el sistema agroforestal; y, Coordinación de Control de Calidad, con instalaciones de análisis físico-químico y/o sensorial del producto alimenticio, a fin de definir perfiles de exportación o de distribución nacional del producto, y vigilar el buen funcionamiento del proceso productivo, observando los cambios desde el resultado final: cacao y plátano, y su calidad.
- III. Dirección Comercial y Financiera: Encargada de los movimientos financieros y contables de la empresa, y del funcionamiento y crecimiento siempre sostenido del área comercial, para que el producto llegue a la tarjeta de clientes estimados y no estimados. Esta dirección acude a la gestación de dos subdirecciones: Subdirección Comercial Nacional e Internacional, encargada de posicionar en el mercado de bienes y servicios, los productos agrícolas y los servicios ingenieriles y ambientales que ofrece la organización humana, que general en sí, los ingresos que dan utilidad y viabilidad a toda la organización visionada, además de llevar a cabo los procesos de compra de insumos y tecnologías programadas o puestas en consideración sobre la marcha; y la Subdirección de Asuntos Contables y Financieros, encargada de los reportes periódicos de flujo de caja, la vigilancia del cumplimiento de los objetivos financieros, los reportes de avance para la Asamblea y la Dirección Ejecutiva, que en base de esta información toma las decisiones financieras más importantes de la organización.
- IV. Área Legal: El área legal es el blindaje normativo de la organización, ya que ajusta desde un principio a la actividad en un marco legislativo, aprovechando beneficios o evitando inconvenientes con procedimientos no contemplativos de las otras Direcciones. Se subdivide en: Área de Estudios en Legislación Ambiental, que enmarquen y regulen toda la actividad

productiva a componentes de cuidado y saneamiento ambiental dados en un esquema general Nacional, y se adapten a nuevas medidas; y, el Área de Contratación y Asuntos Contractuales, que permite hacer una correcta gestión del recurso humano y sus insumos inmateriales de contraprestación en salud, ARL y protección social, cumplimiento del deber y fe sacra sobre el actuar guiado por los estatutos del contrato.

Entre los estandartes de la Organización destacan la:

Visión

Para la primera mitad del siglo XXI, nuestros proyectos y sistemas agroforestales serán un factor de cambio diferenciado en actividades económicas, que genere cultivos rentables, ecológicamente sostenibles, que generen un gran número de vacantes ocupacionales y den a la región la posibilidad de nuevas agroindustrias alrededor de semillas de fino aroma derivadas del Cacao, con producción de frutales, maderables y servicios ecológicos.

Misión

Orientar los esfuerzos humanos, siendo estos los más relevantes hacia el crecimiento de la organización que gesta, implementa y pone en marcha Sistemas Agroforestales altamente productivos.

Análisis y discusión de resultados

Debido al ineficiente modelo de producción pecuario que se tenía instaurado en la Finca Villa Mónica, en Paz de Ariporo (Casanare), se procedió a formular el desarrollo de un nuevo proyecto agroforestal que garantizará un cuidado ecosistémico y un adecuado comportamiento económico, teniendo como resultado un flujo rentable que permita una sostenibilidad integral al proyecto.

El cuidado eco sistémico se enfoca en la conservación y la mejora del suelo mediante la prevención de la erosión y la generación de materia orgánica. Así mismo, la heterogeneidad creada en el área debido al sistema de siembra agroforestal ayuda a generar un ambiente más diverso que genera un entorno adecuado para el manejo integral de plagas y el reciclaje de nutrientes Suelo – Planta.

Por otro lado, el comportamiento económico del sistema se basa en la integración productiva de 2 diferentes especies, que garantizan el suministro de diferentes productos con una alta tasa de comercialización tanto en los mercados nacionales como internacionales.

Esta integración permite que se obtengan 2 productos en diferentes intervalos de tiempo a lo largo del proyecto, logrando tener un sustento confiable de ingresos en la totalidad de la duración del sistema agroforestal.

El análisis de las características agroclimáticas de la Finca Villa Mónica permitió identificar una correcta relación con los requerimientos fisiológicos de las tres especies, partiendo de las características morfológicas de éstas para la construcción de un arreglo adecuado dentro del área de siembra y vinculando aspectos claves como necesidades fisicoquímicas y nutricionales del suelo.

Así mismo se determinó de forma óptima y detallada un análisis de los mercados vinculados a los productos obtenidos del sistema agroforestal, teniendo como base inicial la demanda presente a nivel nacional e internacional. Este análisis permitió evaluar las principales áreas de producción del grano de cacao seco y de Plátano Criollo; posteriormente se identificó una segmentación, un perfil del cliente óptimo y los principales nichos de mercado que generen una eficaz demanda y relación comercial.

Por otro lado, el trabajo examino la factibilidad financiera del proyecto agroforestal, teniendo como resultado una tasa interna de retorno con un comportamiento favorable en comparación con otros agronegocios y con el negocio pecuario que se tiene actualmente en la Finca Villa Mónica. El flujo de caja determinado en el periodo de 25 años fue de \$830.620.000, un indicador positivo que refleja la oportunidad económica que se posee con la implementación de este sistema productivo agroforestal. No obstante, la alta volatilidad de los precios representa un riesgo inminente en la generación de utilidad del agronegocio, debido a que el cacao es una commodity con una alta tasa de fluctuación de precios. La Federación Nacional de Cacaoteros determina que los precios internacionales entrarán en un proceso de alza debido a los factores representativos del mercado internacional como el aumento de demanda y la disminución de la oferta en países africanos pioneros en la producción.

En Conclusión, la implementación del sistema agroforestal representa una opción factible para el desarrollo del proyecto de 6 Hectáreas en la Finca Villa Mónica de la zona rural del municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

Conclusiones

De acuerdo a los resultados de las encuestas se puede deducir que en el municipio de Paz de Ariporo existe un gran interés por parte de los propietarios de las fincas por el cultivo del cacao gracias a su rentabilidad y fácil comercialización. como también la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, a pesar de que la actividad económica principal sea la ganadería extensiva tradicional la cual representa un impacto ambiental negativo, esto permite inferir que es viable como negocio y puede llegar a remplazar o alternarlo con su actividad principal.

El análisis técnico y ambiental nos muestra unas características aptas en cuando a condiciones climáticas y del suelo que s mediante fertilizantes orgánicos que mejorarían el rendimiento del cultivo. A su vez el Bucare presentará un aporte a la capa orgánica del suelo, así como también será un sombrío permanente para el cultivo principal que es el cacao. El sistema agroforestal brinda una recuperación de hábitats para muchas especies de aves, insectos y mamíferos que cumplen un papel importante para el equilibrio del ecosistema.

El arreglo forestal que se presenta tiene una alta densidad de especies por hectárea y estará bien distribuido de acuerdo al servicio que representa cada especie en el sistema, económicamente el banano representa una producción densa durante el primer y segundo año, tiempo en el cual el caco empezará a presentar un 20% de producción por hectárea y de aquí en adelante seguirá produciendo hasta 20/25 años después. El bucare a largo plazo representa un sombrío permanente.

Los primeros 2 años las ganancias del sistema se verán representadas en el ingreso por la producción de banano, de aquí en adelante el Cacao iniciaría su producción generando un ingreso suficiente donde empezara el retorno de la inversión la cual se dará en aproximadamente 2 años y 8 meses; A partir del quinto año el Valor presente Neto rondara en los 32 millones lo que representa un buen rendimiento de rentabilidad.

Este negocio representa una actividad productiva familiar con una vida de aproximadamente 20/25 años que representara un cambio de modelo económico para los pequeños y medianos productores.

Técnicamente el proyecto resulta viable teniendo en cuentas las condiciones climáticas y características del suelo. Es importante conocer primero los requerimientos del cultivo que se

desea implementar y estudiar las características y condiciones ambientales de la zona, igualmente tener en cuenta que se cuenta con el suficiente terreno apto para el arreglo forestal.

Las encuestas muestran que la gran mayoría de las personas son dueños de tierras o conocen algún familiar que tiene un terreno y que muchos de ellos cuentan con más de 100 hectáreas, les interesa el negocio y los servicios ambientales que puede tener. Por lo tanto, resulta ser un proyecto en el que se integrarían varios productores y que conllevaría un cambio social, ambiental y económico positivo considerable en el municipio. A largo plazo podría derivar en la conformación de un gremio cacaotero que trabajando en conjunto tendrían la capacidad de producir una oferta grande de cacao de exportación.

Ambientalmente es comprobado que estos sistemas agroforestales pueden llegar a recuperar suelos muy degradados por la sobreexplotación de otros monocultivos; reducen igualmente la erosión y contribuyen a la recuperación de hábitats de especies endémicas contribuyendo a la biodiversidad, la producción de oxígeno y la conservación del suelo.

Se recomienda hacer un reconocimiento de las especies de fauna y flora de la región donde se desea implementar el cultivo para evaluar el impacto que se pueda generar y así para no afectar el hábitat ni generar ningún tipo de alteración al ecosistema.

Este plan de negocios conllevará a un impacto social importante debido a demanda de mano de obra, generando empleo y nuevos conocimientos en el manejo de este tipo de cultivos. Por lo tanto, es un modelo de negocio a impulsar por medio de los gobiernos locales por 3 factores importantes: la demanda de Cacao que existe a nivel mundial, el impacto ambiental positivo que llega a generar y la alternancia a nuevos modelos productivos a largo plazo igual o más rentables que los tradicionales.

Bibliografía

- Acosta, S., & Villarraga, M. (2006). *Diagnostico tecnologico del cultivo de cacao en el municipio del Dorado, Meta. Tesis de grado*. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Disponible en el sitio web, <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6570/1/237.pdf>
- Arboleda, R., & Gonzalez, A. (2010). *Análisis socioeconómico del sector cacaotero colombiano. Tesis de grado*. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Envigado, Colombia. Disponible en el sitio web https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1572/7/ArboledaRicardo_2010_AnalisisSocioeconomicoSector.pdf
- Arevalo, D., Rubio, P., Proaño, C., & Rivera, P. (1976). Estudio General de Suelos de los Municipios de Hato Corozal-Paz de Ariporo y Pore (Intendencia de Casanare). Bogotá D.C.: Ministerio de Hacienda y Crédito Público-Instituto Geográfico 'Agustín Codazzi' Volumen XII (11).
- Batista, L. (2009). *El Cultivo de Cacao. Recuperado el 04 de abril del 2020, el sitio web*, <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/cacao-1.pdf>
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). *Servicios ambientales de los Sistema Agroforestales. Recuperado el 04 de abril del 2020, del sitio web*, [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/6806#:~:text=Presenta%20los%20principales%20servicios%20ambientales,agua%20\(cantidad%20y%20calidad\)al](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/6806#:~:text=Presenta%20los%20principales%20servicios%20ambientales,agua%20(cantidad%20y%20calidad)al)
- CECODES. (2017). *Los Negocios Inclusivos en Colombia. Recuperado el 05 de abril del 2020, del sitio web*, http://www.negociosinclusivoscolombia.org/site/wp-content/uploads/2017/05/Negocios_Inclusivos_en_Colombia.pdf
- Chávez, O., & Chafla, J. (2009). *Plan de negocios para la exportación de cacao (Theobroma cacao) orgánico al mercado europeo, producido bajo un sistema agroforestal en Catacamas, Honduras. Recuperado el 08 de abril del 2020, del sitio web*, <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/250/1/AGN-2009-T012.pdf>
- Contreras, C. (2017). *Análisis de la cadena de valor del cacao en Colombia: generación de estrategias tecnológicas en operaciones de cosecha y poscosecha, organizativas, de capacidad instalada y de mercado. Tesis de grado*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Disponible en el sitio web de la fuente, <http://bdigital.unal.edu.co/59141/1/1032373448-2017.pdf>

- Corporinoquia (2016). *Minería Intensiva del Petroleo en Casanare: Estudio de Caso*. Recuperado el 09 de abril del 2020, del sitio web, <http://www.corporinoquia.gov.co/>
- Fedecacao. (2013). *Plan Decenal Cacaotero de Federación Nacional Cacaotero*. Recuperado el 09 de abril del 2020, del sitio web, https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_titulares/fedecacao-pub-titulares-2013-10-03-S02.pdf
- Garnica, A. (1998). *El Cultivo del plátano en los Llanos Orientales*. Recuperado el 10 de abril del 2020, del sitio web, http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4031/1/20061127152826_El%20cultivo%20del%20platano%20llanos.pdf
- Gobernación de Casanare. (2019). Informe de Actividades Económicas: 2015-2019. Departamento de Planeación, Vol (09) p.,12-p.,52.
- Henriquez, G. (1985). Curso sobre el cultivo del cacao. *Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola (CIDIA)*, Vol (12), p.,11-p.,40.
- Hernández, H. (2018). *Estudio de pre-factibilidad para cultivo de cacao en finca la guacamaya en Dabeiba, Antioquia. Tesis de grado*. Institución Universitaria ESUMER, Medellín, Colombia. Disponible en el sitio web de la fuente, http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/1098/2/Esumer_cultivo.pdf
- Mora, M. M. (2015). *Diseño del sistema agroforestal para la zona rural de la vereda Pascata de Turmequé Boyacá. Tesis de grado*. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá, Colombia. Disponible en el sitio web de la fuente, <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2914/1/D%C3%ADazRojasMairaMarela2015.pdf>
- Morales, B. (2018). Análisis de sistemas agroforestales y su alternativa sostenible en la producción. *Tesis de grado*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, La Plata, Colombia. Disponible en el sitio web de la fuente, <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/20968>
- Murillo, L. (2017). *Estudio de factibilidad del agro negocio enfocado en la producción de agroforestales con especies arbóreas y herbáceas como Cacao, Teca y Plátano en la finca la Esperanza ubicada en la vereda del Valle de San Juan, Tolima. Tesis de grado*. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Disponible en el sitio web de la fuente, https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1202&context=administracion_agronegocios
- OECD. (2020). *Report of The Observatory of Economic Complexity for FF Cocoa*. OECD. Recuperado el 08 de mayo del 2020, del sitio web, <https://oec.world/>.

- Ortiz, A., Riascos, L., & Somarriba, E. (2008). *Almacenamiento y tasas de fijación de biomasa y Carobono en Sistemas Agroforestales de Cacao (Theobroma cacao) y Laurel (Cordia alliodora)*. Recuperado el 15 de mayo del 2020, del sitio web, <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/5764>
- Peña, R., Rubiano, Y., Peña, A., & Chaves, B. (2009). Variabilidad Espacial de los Atributos de la Capa Arable de un INceptisol del piedemonte de la Cordillera Oriental (Casanare, Colombia). *Agronomía Colombiana*, Vol (27), p.,14-p.,32 .
- Prieto, A., Díaz, L., & Hernando, A. (1998). Valoración de montes arbolados. *CT/Catastro*, Vol (33), p., 65 - p., 82.
- PROCOLOMBIA. (2018). Mercado Internacional del Cacao: Importaciones y Exportaciones. Recuperado el 15 de mayo del 2020, del sitio web, <https://procolombia.co/noticias/compradores-de-norteamerica-asia-y-europa-buscan-cacao-colombiano>
- Ríos, S., Nuñez, F., & Vizquerra, F. (2016). *Implementacion de una unidad productiva y de beneficio del Cacao en el poblado de Nuevo Siasme, provincia de Concordavi, Amazonas-Peru. Tesis de grado*. Escuela de Dirección Universidad de Piura, Lima, Perú. Disponible en el sitio web de la fuente, https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2971/MDE_1631.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rojas, I. (2013). Guía Ambiental para el Cultivo de Cacao. Bogotá D.C. *Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO)*, Vol (13), p.,34 - p.,50.
- Rubiano, J. E., De los angeles, N., & Castro, A. (2016). Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas Bosque Seco Tropical en el Suroccidente Colombiano. *Revista Colombiana de Geografía*, Vol (25), p., 65 - p.,77. Disponible en el sitio web, <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/41993/55047>
- Suárez, N. (2017). *Estudio de factibilidad para el establecimiento y manejo de sistemas agroforestales. Tesis de grado*. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela. Disponible en sitio web de la fuente, <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAT5300.pdf>
- Suárez, P. (2016). *Plan de negocio para creación de una empresa de asesoría, consultoría y servicios operativos forestales. Tesis de grado*. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Disponible en sitio web de la fuente, https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_agronegocios/191/
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2016). *Cadena productiva del cacao: diagnóstico de libre competencia*. Recuperado 20 de abril del 2020, del sitio web,

https://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Cacao.pdf

The International Cocoa Organization. (2018). Fine Flavor Cocoa: Properties and Sensorial Characteristics. *Recuperado el 30 de mayo del 2020, del sitio web, <https://www.cocacola.es/es/home/>*