

**PRINCIPALES APORTES AMBIENTALES Y ECONÓMICOS DE UN SISTEMA
AGROFORESTAL SIMULTÁNEO EN LA FINCA DOS QUEBRADAS-VEREDA
CALDERA ABAJO - MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ).**

WILFREDO RINCÓN RODRÍGUEZ

Código 74337586

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERÍA AGROFORESTAL
CEAD SOGAMOSO
2018**

**PRINCIPALES APORTES AMBIENTALES Y ECONÓMICOS DE UN SISTEMA
AGROFORESTAL SIMULTÁNEO EN LA FINCA DOS QUEBRADAS-VEREDA
CALDERA ABAJO - MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ).**

WILFREDO RINCÓN RODRÍGUEZ

Código 74337586

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agroforestal

DIRECTORA

SHIRLEY ANDREA RODRÍGUEZ ESPINOSA

Ingeniera Forestal

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERÍA AGROFORESTAL
CEAD SOGAMOSO
2018**

ADVERTENCIA

En la Escuela de Ciencia Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, el director del Trabajo de grado y los jurados calificadores no son responsables de las ideas emitidas en el presente trabajo

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

D (_ _) M (_ _) A (_ _ _ _)

DEDICATORIA

A Dios, divino creador y a María madre de Jesús

Quienes nos inspiran día a día brindándonos sabiduría y entendimiento para seguir en la lucha de hacer de este mundo, un mundo mejor.

A mi familia:

A mis padres, a mi hija y mis hermanos por su apoyo y confianza constante e incondicional que siempre me han brindado.

A todas las personas:

Que han creído y confiado en mí, que han hecho y seguirán siendo para de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero darle las gracias primeramente a Dios y a la virgen María.

Todas y a cada una de las personas (Familiares y amigos) que creyeron, confiaron en mí participando y contribuyendo directa o en directamente en dar este paso dentro de mi proyecto de vida.

La universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, por permitirme y brindarme la oportunidad de ascender en mi formación académica y profesional, con el apoyo de cada uno de su amplio grupo de profesionales académicos (tutores) y administrativos desde el comienzo hasta la finalización del programa.

Un gran reconocimiento a:

A mis padres Jaime y Matilde, por su apoyo incondicional.

A mi hermano Arnoldo quien con sus aportes y consejos han contribuido al desarrollo de este proceso.

A la Ing. Shirley Andrea Rodríguez Espinosa, directora del proyecto de grado que siempre estuvo pendiente y atenta en la orientación y corrección del proyecto.

A cada uno de los tutores que facilitaron el acceso al conocimiento en la Universidad Abierta y Distancia UNAD en el programa de Ingeniería Agroforestal por su dedicación y esfuerzo especialmente a la Ing. Sonia Aguirre, a al Ing. Juan Carlos Hernández, a la Ing. Guisett Gómez y todos y cada uno de los docentes y tutores que orientaron con la máxima calidad el proceso educativo profesional.

A todas y cada una de las personas que indirectamente aportaron para el desarrollo académico de este hermoso programa de Ingeniería agroforestal, la ejecución exitosa del trabajo de grado.

MIL GRACIAS.

RESUMEN

En el sistema agroforestal simultáneo de la finca dos quebradas en la Vereda Caldera Abajo del Municipio de Garagoa, se identificaron los componentes del sistema agroforestal existentes en la finca. Se cuantificó el área e identificó el componente forestal y el agrícola de un sistema simultáneo establecido en la finca. Se obtuvo información relacionada con las actividades de la granja y el manejo de los diferentes cultivos. Para la descripción y análisis de los sistemas, se tomaron datos relevantes del área de estudio, de los cultivos permanentes transitorios huerta casera, y aromáticas se tomaron datos del manejo agronómico, producción y comercialización. El análisis económico se realizó por medio de cálculos de costo - beneficio para cada sistema. Se ejecutó con métodos deterministas, es decir, calculando físicamente cada uno de los elementos que intervienen en él. Se identificó un capital natural que les permite conservar recursos tan importantes como el suelo al evitar su degradación, ya que el componente forestal protege la rivera de las quebradas evitando que su cauce arrastre material edáfico. Se evidenció que el sistema agroforestal simultáneo genera un ingreso económico constante cuando se diversifican los productos, logrando seguridad alimentaria y accedentes del autoconsumo, contribuyen al equilibrio suelo- planta, conservando los servicios ambientales de la zona.

Palabras claves: Sistema Agroforestal Simultáneo, Seguridad Alimentaria, Servicios Ambientales.

ABSTRACT

In the simultaneous agroforestry system of the farm two streams in the Vereda Caldera Abajo of the Municipality of Garagoa, the components of the agroforestry system existing on the farm were identified. The area was quantified and identified the forest and agricultural component of a simultaneous system established on the farm. Information was obtained related to the activities of the farm and the management of the different crops. For the description and analysis of the systems, relevant data were taken from the study area, from the transitory permanent crops orchard, and aromatic data were taken from the agronomic management, production and commercialization. The economic analysis was carried out by means of cost - benefit calculations for each system. It was executed with deterministic methods, that is, physically calculating each one of the elements that intervene in it. A natural capital was identified that allows them to conserve resources as important as the soil by preventing their degradation, since the forestry component protects the creek bank, preventing its channel from draining edaphic material. It was evidenced that the simultaneous agroforestry system generates a constant economic income when the products are diversified, achieving food security and access to self-consumption, contributing to the soil-plant balance, conserving the environmental services of the area.

Keywords: Simultaneous Agroforestry System, Food Security, Environmental Services.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1 . DEFINICIÓN DE AGROFORESTERÍA.....	3
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA AGROFORESTERÍA	4
3.2.1 Estructura.....	4
3.2.2 Sustentabilidad.....	4
3.2.3 Incremento en la productividad.	4
3.2.4 Adaptabilidad cultural/socioeconómica.....	4
3.2.5 Ventajas socioeconómicas de los Sistemas Agroforestales respecto al monocultivo. 5	
3.2.6 Sistemas agroforestales simultáneos.....	5
3.2.7 Árboles asociados con cultivos perennes.....	6
3.2.8 Árboles en asociación con cultivos anuales (Cultivos en callejones).....	6
3.2.9 Sistema Agroforestal Cafetero Colombiano (SAFC)	6
4. LOCALIZACIÓN.....	7
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
4.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS	9
4.2.1 Clima.....	9
4.2.2 Suelos.....	10
4.2.3 Servicios ecosistémicos	10
4.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.....	11
4.3.1 Población.....	11
4.3.2 Educación.....	11
4.3.3 Actividades económicas.....	11
5. METODOLOGÍA	12
5.1 FASE DE DOCUMENTACIÓN	12
5.2 FASE DE CAMPO	12
5.3 FASE DE ANÁLISIS DE DATOS.....	13
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
6.1. COMPONENTE AGROFORESTAL.....	15
6.2. COMPONENTE CULTIVO PERMANENTE.....	20
6.3 COMPONENTE CULTIVO TRANSITORIOS.....	24
7. CONCLUSIONES	37
8. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS	44

Lista de tablas

Tabla 1. Producción de cultivos permanentes.....	23
Tabla 2. Producción de cultivos transitorios.....	24
Tabla 3. Especies de hortalizas cultivadas.....	27
Tabla 4. Producción hortalizas.....	27
Tabla 5 Inventario de Especies, Aromáticas y Medicinales	29
Tabla 6. Producción de aromáticas	30
Tabla 7. Plantas ornamentales.....	31
Tabla 8 Arvenses.....	32
Tabla 9. Utilidades de cultivos perennes	33
Tabla 10. Utilidades cultivos transitorios	34
Tabla 11. Utilidades cultivo de hortalizas.....	34
Tabal 12. Utilidades cultivo de aromáticas especias y medicinales	35

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación Geográfica de municipio Garagoa	7
Figura 2. Ubicación Geográfica del predio	8
Figura 3. Plano de la finca Dos Quebradas	9
Figura 4 Cedro blanco (<i>Cedrela odorata L.</i>)	16
Figura 5 Cambulo (<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.)O.F.Cook)	17
Figura 6 Guayacán Manizales (<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz&Pav.) DC.)	18
Figura 7 Asociación de café, plátano y arboles forestales	21
Figura 8 Planta de Café en producción.	22
Figura 9 Cultivo de Maíz	25
Figura 10 Área de producción de hortalizas	26
Figura 11 producción de acelgas con barreras de caléndula,	28
Figura 12 Cultivo de aromáticas, especias y medicinales.....	29
Figura 13 Heliconia (<i>heliconia bihai</i>).....	31

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia no se han determinado claramente información puntual de la rentabilidad que generan los sistemas agroforestales simultáneos dentro de un sistema de explotación agropecuaria, debido a que las evaluaciones son escasas, esto no permite tener datos de eficiencia económica, dificultando la implementación de la agroforestería en las actividades agrarias. La falta de certeza en cuanto a los beneficios económicos y ambientales, no permite que alternativas de producción amigables con el medio ambiente sean adoptadas por los productores agrícolas de la región, lo que conlleva que sigan implementándose prácticas agrícolas tradicionales que producen graves alteraciones en los ecosistemas naturales de la región.

En los sistemas agroforestales son constantes las condiciones cambiantes a través del tiempo debido a su gran dinamismo, por esta causa se hace imperativo la evaluación de los planes de manejo para comprobar si realmente presentan ventajas económicas frente a sistemas de agricultura tradicional, con el fin de tener datos precisos que permitan cuantificar la rentabilidad de esta técnica de producción alternativa que facilite la adopción por parte de los agricultores de la región.

En Colombia muchos productores desconocen la importancia que generan los sistemas agroforestales en cuanto a beneficios económicos y ambientales, los sistemas agroforestales son el mecanismo que nos brinda una alternativa para garantizar seguridad alimentaria de una forma sostenible y sustentable y a la vez nos brinda una gran oportunidad de mitigación del impacto que está generando el cambio climático o calentamiento global y la acción antrópica que están sufriendo los ecosistemas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar los componentes del sistema agroforestal simultáneo en la finca Dos Quebradas, Vereda Caldera abajo del Municipio de Garagoa Boyacá, como alternativa de sistemas de producción sostenible para la conservación de los recursos naturales en la zona.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los individuos que hacen parte de componente forestal y determinar que influencia tienen sobre los demás componentes del sistema como mecanismo de protección de los suelos.

Identificar los cultivos que conforman el componente agrícola y cuantificar la producción rendimiento en el marco del autoconsumo y sus atributos ambientales.

Hacer el análisis económico para determinar los ingresos, costos y beneficios netos para cada sistema como una alternativa local para la seguridad alimentaria y manejo adecuado de recursos.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 . DEFINICIÓN DE AGROFORESTERÍA

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal. (Duran 2010 p 16)

La implementación de sistemas agroforestales se puede dar a escala de finca en pequeñas áreas y grandes en diversos niveles, de subsistencia y con fines comerciales. El objetivo es diversificar la producción, controlar la agricultura migratoria aumentar el nivel de materia orgánica del suelo fijar el nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes, modificar el microclima y optimizar la producción del sistema, respetando el principio del sistema sostenido. (López 2008. p 2)

Un sistema agroforestal tiene componentes (forestal) que son las plantas leñosas perennes (árboles), (agrícola) cultivos agrícolas y (pecuario).

Los tipos de sistema agroforestal según la combinación de componentes son:

Sistemas agro silvícolas: consisten en alternar árboles y cultivos de temporadas (anuales o perennes).

Sistemas silvopastoriles: consisten en alternar árboles y pastizales para sostener la producción animal

Sistemas agrosilvopastoriles: Consisten en alternar árboles, cultivos de temporada y pastizales para sostener la producción animal. (Palomeque 2009 p5)

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA AGROFORESTERÍA

La agroforestería incorpora cuatro características:

3.2.1 Estructura.

A diferencia de la agricultura y la actividad forestal modernas, la agroforestería combina árboles, cultivos y animales. En el pasado, los agricultores rara vez consideraban útiles a los árboles en el terreno para el cultivo, mientras que los forestales han tomado los bosques simplemente como reservas para el crecimiento de árboles. Aun así, durante siglos los agricultores tradicionales han proporcionado sus necesidades básicas al sembrar cultivos alimenticios, árboles y animales en forma conjunta. (Farrell y Altieri 1999 p 229)

3.2.2 Sustentabilidad.

La agroforestería optimiza los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies boscosas y los cultivos o animales. Al utilizar los ecosistemas naturales como modelos y al aplicar sus características ecológicas al sistema agrícola, se espera que la productividad a largo plazo pueda mantenerse sin degradar la tierra. Esto resulta particularmente importante si se considera la aplicación actual de la agroforestería en zonas de calidad marginal de la tierra y baja disponibilidad de los insumos. (Farrell y Altieri 1999 p 229)

3.2.3 Incremento en la productividad.

Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y un uso eficaz de los recursos naturales (espacio, suelo, agua, luz), se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales de uso de la tierra. (Farrell y Altieri 1999 p 230)

3.2.4 Adaptabilidad cultural/socioeconómica.

A pesar de que la agroforestería es apropiada para una amplia gama de predios de diversos tamaños y de condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido particularmente reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas

tropicales y subtropicales. Si se considera que los campesinos generalmente no son capaces de adoptar tecnologías muy costosas y modernas, que han sido pasados por alto por la investigación agrícola y que no tienen poder social o político de discernimiento, la agroforestería se adapta particularmente a las realidades de los pequeños agricultores. (Farrell y Altieri 1999 p 230)

3.2.5 Ventajas socioeconómicas de los Sistemas Agroforestales respecto al monocultivo

Los productores pueden reducir sus gastos al satisfacer necesidades de madera, leña y alimentos. Madera producida reduce la necesidad de extraerla del bosque. Constitución de un capital tangible y estable (caso de los árboles maderables). Mayor estabilidad de la producción y menores riesgos (clima, mercados, plagas, etc.).

Mayor diversidad de alimentos, incluyendo productos arbóreos que pueden mejorar la dieta familiar. Reducción potencial de requerimientos y gastos en insumos (fertilizantes, herbicidas, etc.). Mejor distribución de las necesidades de mano de obra a través del año. Reforzamiento del derecho de la propiedad a través de siembra de árboles en linderos. Avance progresivo hacia prácticas conservacionistas de los recursos naturales. (Mendieta y Rocha 2007 p30)

3.2.6 Sistemas agroforestales simultáneos

En un sistema simultáneo, los árboles y las cosechas agrícolas o los animales crecen juntos, al mismo tiempo en el mismo pedazo de terreno, estos son los sistemas en los cuales los árboles compiten principalmente por luz, agua y minerales, la competencia es minimizada con el espaciamiento y otros medios, los árboles en un sistema simultáneo no deben crecer tan rápido cuando la cosecha está creciendo también rápidamente, para reducir la competencia, los árboles deben tener también raíces que lleguen más profundamente que

las de los cultivos, y poseer un dosel pequeño para que no los sombreen demasiado. (Palomeque 2009 p11)

3.2.7 Árboles asociados con cultivos perennes

Son sistemas agroforestales simultáneos (con interacción directa), en los cuales los componentes agrícolas y arbóreos se encuentran en el mismo terreno durante toda la duración del sistema; en contraste con los sistemas agroforestales secuenciales o con interacción cronológica. El objetivo principal de este modelo es la diversificación de la producción, aunque también pueden lograrse aumentos en la productividad a través de algunas interacciones con el componente arbóreo (Farfán 2014 p 37)

3.2.8 Árboles en asociación con cultivos anuales (Cultivos en callejones)

Consiste en la asociación de hileras de plantas entre los surcos de los árboles. En estas asociaciones, las interacciones de los cultivos anuales con el componente arbóreo son similares a las del caso anterior. Estos sistemas se establecen para especies anuales tolerantes a la sombra. (Farfán 2014 p 38)

3.2.9 Sistema Agroforestal Cafetero Colombiano (SAFC)

Un sistema agroforestal cafetero es un conjunto de prácticas de manejo del cultivo, donde se combinan especies arbóreas en asocio con el café o en arborización de las fincas, cuyo objetivo es el manejo y la conservación del suelo y el agua, y el aumento y mantenimiento de la producción para garantizar la sostenibilidad y el fortalecimiento del desarrollo social y económico de las familias cafeteras (Farfán 2014 p32)

4. LOCALIZACIÓN

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El sistema agroforestal simultaneo objeto del estudio, se encuentra ubicado en el predio Dos Quebradas (Longitud 73°21'51" O; Latitud 5°6'48" N) vereda Caldeara Abajo del municipio de Garagoa, de la Provincia de Neira en el departamento de Boyacá. (apéndice 2)



Fuente: Alcaldía de Garagoa.

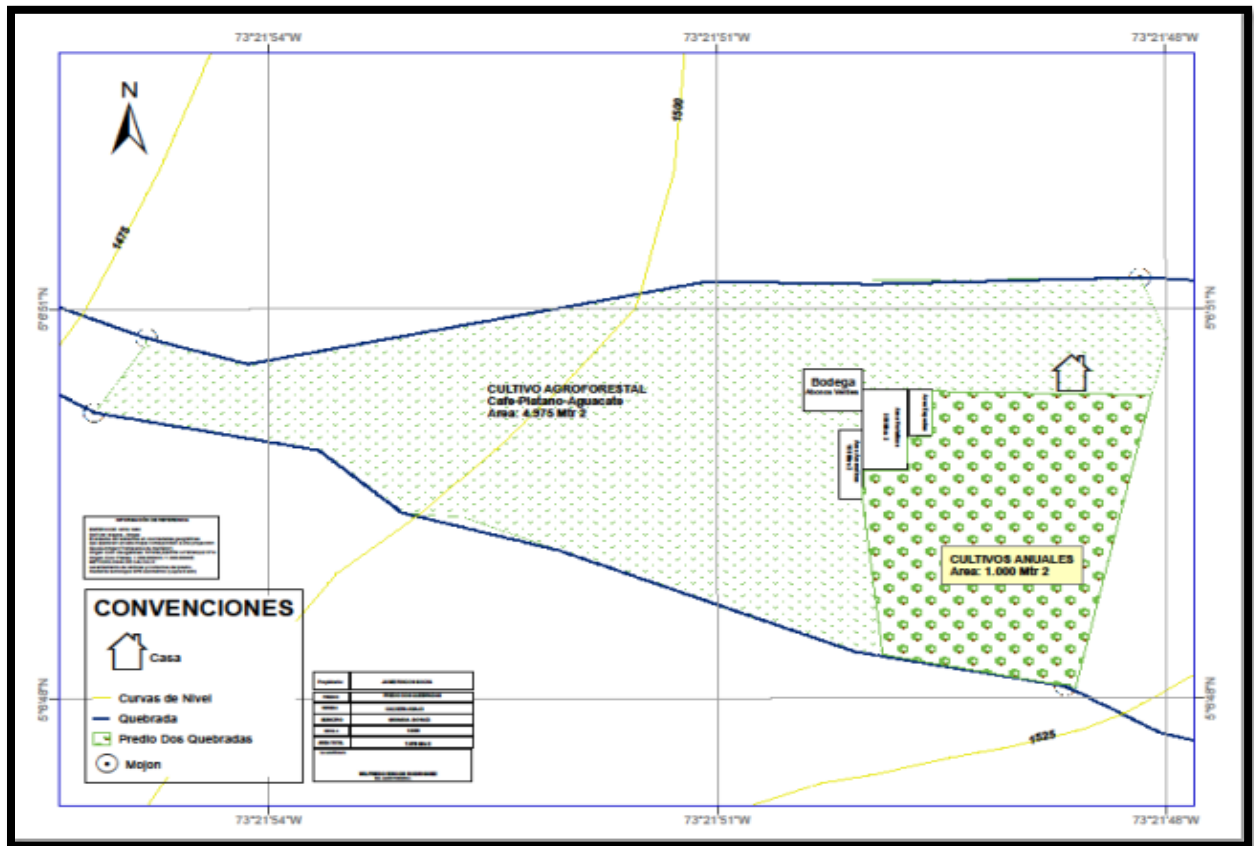
Figura 1. Ubicación Geográfica de municipio Garagoa



Fuente: Autor con base en Google Maps

Figura 2. Ubicación Geográfica del predio

El predio cuenta con un área aproximada de 7975 metros cuadrados, con una pendiente de 7%, ubicado a 1520 m.s.n.m. Por el norte y el sur está delimitado por dos quebradas. Y se clasifica según Holdridge como ecosistema o zona de bosque húmedo premontano tropical.



Fuente: Autor.

Figura 3. Plano de la finca Dos Quebradas.

4.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

4.2.1 Clima.

En la región la precipitación promedio anual es de 1534 mm, presentándose la más baja en enero, con un promedio de 56 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en mayo, con un promedio de 296 mm. Temperatura promedio anual de 19°C con una temperatura media de 20.2 ° C, marzo es el mes más caluroso del año. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en julio, cuando está alrededor de 18.6 ° C. (apéndice 1) la cual se clasifica según Holdridge como bosque húmedo premontano tropical.

4.2.2 Suelos

Encontramos en el área de estudio un suelo de textura franco arenosa, con un pH fuertemente ácido, con altos contenidos de materia orgánica, bajos contenidos de fósforo y alto contenido de bases intercambiables. Los niveles de aluminio no van a ocasionar toxicidad. Aunque el pH no está tan bajo presenta altos contenidos de hierro y manganeso. La capacidad de intercambio catiónico es alta, siendo un indicador de buena fertilidad. (apéndice 4)

4.2.3 Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos que el sistema agroforestal simultáneo ofrecen múltiples servicios como: regulación hídrica con calidad y cantidad, hábitat para aves y mamíferos, incremento de polinizadores, conservación de los suelos, oxígeno, conservación de la biodiversidad.

Si se analizan los sistemas agroforestales simultáneos desde el punto de vista del aporte a los servicios ecosistémicos, cumple con varios de los criterios de sostenibilidad ya que son arreglos que involucra al menos, dos especies de plantas que interactúan biológicamente, al menos uno de los componentes es una leñosa perenne y, al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas, incluyendo pastos¹.

Además, los SAF simultáneos cumplen una función importante en la conservación de la diversidad biológica, proveen hábitats y recursos para las especies de animales y plantas, permitiendo la conectividad, minimizando la ocurrencia de los incendios, entre otros.

¹ Modificado de:

https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Russo/publication/228328365_Agroforesteria/links/0fcfd4ff73297010f7000000/Agroforesteria.pdf

Cuando el sistema incluye las plantaciones de café o cacao con sombra, además de la biodiversidad es importante considerar la valoración de los servicios ambientales, tales como producción de agua, conservación del suelo, secuestro de carbono para mitigar el calentamiento global y aspecto estéticos y recreativos.

Finalmente, se considera que la conservación de la biodiversidad por medio del sistema agroforestal simultáneo se debe visto como reserva potencial de biodiversidad.

4.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

4.3.1 Población

2 personas

Hombre y mujer las edades entre 62 y 58 años

4.3.2 Educación

Los niveles de educación

Hombre 5 de primaria

Mujer 5 de primaria

4.3.3 Actividades económicas

Entradas de las ventas de los productos agrícolas que genera la finca.

5. METODOLOGÍA

5.1 FASE DE DOCUMENTACIÓN

Durante toda la realización del proyecto fue necesario consultar material bibliográfico relacionado con los sistemas agroforestales, clasificación de especies forestales, agrícolas, medicinales para lograr una buena documentación sobre estos temas se visitaron varias referencias y documentos dispuestos en repositorios y en la web.

5.2 FASE DE CAMPO

Por medio de recorridos de campo y observación directa, se obtuvo información relacionada con las actividades de la granja y el manejo de los diferentes cultivos. Para la descripción y análisis de los sistemas, se tomaron datos relevantes del área de estudio, de los cultivos permanentes transitorios huerto casero, y aromáticas se tomaron datos del manejo agronómico (labores culturales, abonos, riegos, plagas y enfermedades), producción (rendimientos) y comercialización (mercados). Además de medidas, procedimientos y costos.

Se identificó el área de estudio, para lo cual se realizó una visita previa al lugar. En esta etapa se utilizó un GPS (sistema de posicionamiento global) para corroborar las coordenadas geográficas.

Una vez georreferenciada la Finca Dos Quebradas, se contactó a los integrantes del núcleo familiar quienes se les explicó el trabajo que se deseaba realizar en el lugar, los objetivos y beneficios que se esperaban alcanzar de tal manera que accedieron a la petición para finalmente darnos los permisos necesarios para iniciar con el estudio.

Mediante visita de campo se realizó reconocimiento del área de estudio para identificar los componentes del sistema agroforestal existentes en la finca.

Se procedió a hacer el levantamiento topográfico para establecer el área de la finca. (anexo 3) en el plano se ubicaron espacialmente los diferentes cultivos establecidos cuantificando la superficie ocupada.

El número y la identificación de especies forestales, fue obtenido y registrado en el lugar por medio de la observación directa durante el recorrido realizado en el predio

Periodo de tiempo a la cosecha se tomó para cada uno de los cultivos encontrados con el fin de calcular la cantidad de cosechas al año. El rendimiento de las especies, se obtuvo por medio de cálculos aritméticos para cada una de las especies producidas en cada uno de los sistemas identificados

5.3 FASE DE ANÁLISIS DE DATOS

El análisis económico se realizó por medio de cálculos aritméticos determinando los ingresos, costos y beneficios netos para cada sistema. Se ejecutó con métodos deterministas, es decir, calculando físicamente cada uno de los elementos que intervienen en él.

Costos

Se calcularon valorando cada uno de sus elementos. La apertura de costos utilizada fue la siguiente:

- Costo de mano de obra
- Costos de insumos

- Costos administrativos Transporte e imprevistos.

Ingresos

- Valoración según precio establecido de los productos agrícolas.

Utilidades

- Método de costo/beneficio (ingresos-costos), obteniéndose la utilidad neta
- Todos estos cálculos se muestran en una tabla.

Servicios Ambientales

El SAF simultáneo para el análisis también partió de la base del aporte de servicios ambientales de los SAF simultáneos como alternativa de sistemas de producción sostenible para la conservación de la biodiversidad en las finca.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. COMPONENTE AGROFORESTAL

La finca dos quebradas presenta una gran variedad de especies de árboles forestales nativos, entre los que encontramos como sombrío del cultivo de café Sin considerar las especies que se usen como sombra, el empleo de ellas es clave para favorecer la productividad del Cultivo. El uso y manejo apropiado de los árboles de sombra tiene por objeto evitar extremos que son perjudiciales; así, por ejemplo, una sombra excesiva afecta o limita la producción y un exceso de sol acorta la vida productiva de la plantación y demanda mayor uso de insumos. (Fundación Hondureña De Investigación Agrícola 2004 p10)

En el cultivo de café la especie Cedro Blanco (*Cedrela odorata* L.) con 3 individuos los cuales tienen una altura de 10 metros cumple la función de sombrío en un área de 40 metros cuadrados (figura 4). Dadas las condiciones ambientales los individuos no presentan un gran porte. Árbol deciduo que puede alcanzar 40 metros de altura y hasta 2 metros de diámetro. Copa redondeada y fuste cilíndrico, recto, con bambas pequeñas o muy desarrolladas. En Colombia se halla ampliamente distribuida a lo largo de todas las regiones bajas y de piedemonte andino El Cedro es muy variable ecológicamente y su tamaño varía de acuerdo a la zona de vida donde se desarrolla; en bosques tropicales de tierras bajas y con lluvias estacionales los árboles son más grandes, mientras que en bosques secos son más pequeños y semi-decuidos. (Cárdenas 2015 p20).



Fuente: Autor 2017

Figura 4 Cedro blanco (Cedrela odorata L.)

También encontramos haciendo parte del sistema de sombrío 4 especies De guamo (*Inga edilus*) de 5 metros de altura, son arboles jóvenes que han mostrado una buena adaptación a las condiciones ambientales de la finca evidenciadas en su favorable desarrollo. Son un gran genero de árboles de leguminosas nativas de trópico húmedo americano. El Guamo santafereño es el más conocido de todas las especies, es utilizado como componente arbóreo en sistemas agroforestales con café por su rápido crecimiento, tolerancia a suelos ácidos, amplio rango de adaptación, amplia producción de biomasa y reciclaje de nutrientes, además de contribuir al control de arvense y de la erosión de los suelos. Árbol de copa densa, ancha, aparasolada. Alcanza una altura hasta de 30 metros, con un diámetro de 30 a 40 cm. (Farfan 2010 p11).

Encontramos 3 Cambulos (*Erythrina poeppigiana*) de 25 metros de altura proyectando una favorable área de sombrío al cafetal debido a la excelente adaptación de esta especie en el sistema ya que las condiciones climáticas le han sido favorables (figura 5). El cámbulo es un árbol grande de 10 a 15 m de altura (máximo 26 m), con copa redondeada, ramas extendidas, tronco corto con espinas de 1 a 2 cm de largo, muy ramificado, la corteza es

marrón, grisácea o verde oliva, y escamosa. En Centro y Sur América son de las especies más plantadas como sombríos del café y cacao; en estos sistemas hay evidencia de una mejora de la fertilidad del suelo, siendo uno de sus principales atributos la producción de abono verde y cobertura vegetal muerta. Además, estos árboles tienen la capacidad para fijar nitrógeno a través de la cantidad de hojarasca producida (4,1% a 4,9%), de aquí el valor de la especie para conservar y mejorar el suelo y contribuir a rendimientos elevados y sostenibles de los cultivos asociados. (Farfán 2016. p 15)



Fuente: Autor 2017

Figura 5 Cambulo (Erythrina poeppigiana(Walp.)O.F.Cook)

En cultivo del café como sombrío se ubicó 4 individuos de la especie Guayacán de Manizales (*Lafoensia speciosa*) que tienen una altura de 12 metros evidenciando un desarrollo adecuado para las condiciones climáticas de la zona (figura 6). Especie originaria de la cordillera central colombiana, crece sobre los 1900 a 2300 msnm. Árbol de hasta 20 m de altura, copa ovada, fuste circular, corteza fisurada de color grisáceo. En sus etapas iniciales tolera alta exposición directa al sol, requiere condiciones de humedad altas, suelos con buena fertilidad. (CORPOBOYACA). Entre sus principales usos esta

Conservación de suelos, especie maderable ornamental (Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2016. p 33)



Fuente: Autor 2017

Figura 6 Guayacán Manizales (Lafoesia acuminata (Ruiz&Pav.) DC.)

Al usar árboles maderables como sombra en los cafetales, se obtienen las siguientes ventajas:

- Disminuye la erosión por el amarre del suelo por parte de las raíces y por la intercepción de las gotas de lluvia, reduciéndose la velocidad de caída de las mismas sobre la superficie del terreno.
- Aumenta el contenido de materia orgánica con la caída de hojas y ramas.
- Disminuye la proliferación de malezas en el cafetal, debido a la menor cantidad de luz que ingresa al suelo.

- Contribuye a la nutrición del cafetal, como en el caso de las leguminosas que fijan nitrógeno atmosférico.
- Regula el desarrollo fisiológico de la planta, permitiendo de esta manera mantener la vida productiva de la plantación evitando el agotamiento prematuro del cultivo.
- Ingresos adicionales al café por venta de productos maderables (leña, postes, brotones, frutos, madera de aserrío, etc.).
- Se mejora la disponibilidad de agua en el suelo. (Fundación Hondureña De Investigación Agrícola 2004 p16).

La finca dos quebradas se encuentra delimitada al norte por con la quebrada los Mangles y al sur por el Rio Negro (apéndice 3) cuyas riveras se encuentran protegidas por 20 individuos de la especie Cafeto o Nacedero (*Trichanthera gigantea*) los cuales cuentan con una altura de 7 metros. Tronco con corteza pardo amarillenta, copa de forma piramidal, follaje verde oscuro. Especie originaria de Centroamérica, crece sobre los 0 a 2000 msnm. Requiere suelos profundos, aireados de buen drenaje. Esta especie tolera valores de pH ácidos y bajos niveles de fósforo. Entre sus usos esta la protección de cauces, cerca viva, forraje para bovinos, porcinos y caprinos. (Corpoboyaca)

Haciendo parte de la protección de la rivera de las dos quebradas hay 10 árboles de Cordoncillo (*Pipero bliquon* Ruiz&pav.) de un metro de altura evidenciando poco desarrollo vegetativo. Árbol pequeño, entre 5 y 8 m de altura en estado adulto. Tiene fuste nudoso, quebradizo, oloroso. Las ramas verdosas tienen hojas simples, alternas, de base asimétrica, curvinervias, enteras, coriáceas, con estípulas involúcrales o terminales. Nativo de las cordilleras alto andinas. De crecimiento rápido. Puede vivir entre 10 y 20 años. A veces forma pequeñas asociaciones, conserva el agua, produce reciclaje de nutrientes, es medicinal y sirve para cercas vivas. (Alcaldía Mayor de Bogotá 2010 p 55).

También encontramos 7 árboles de Curomacho (*Persea caerulea* (Ruiz&Pav)Mez) los cuales han alcanzado una altura de 7 metros mostrando una buena adaptación a las condiciones climáticas características de la zona. Árbol que alcanza los 12 metros, corteza agrietada, madera rosada, flores amarillas-verdes, tépalos rosados. Ampliamente distribuida (500-) 1000-2000 m desde bosques de tierras bajas a bosques pre-montanos; en Mesoamérica, y Suramérica: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, y Venezuela. En Colombia los registros son de los Andes, Valle del Cauca y Valle del Magdalena, específicamente de los departamentos Antioquia, Caldas, Guajira, Valle.

Debido a que la finca se encuentra delimitada por las dos quebradas y por encontrarse en una zona de ladera con una pendiente muy pronunciada, la presencia de estos árboles es de vital importancia en la conservación de los suelos al reducir los riesgos de erosión edáfica que podría ser ocasionada por el cauce de las quebradas que puede aumentar en épocas de lluvia. Además, cumplen la función de barreras vivas.

6.2. COMPONENTE CULTIVO PERMANENTE

Haciendo parte del sistema agroforestal identificamos un cultivo de Café variedad Castillo (*Coffea arabica*) con 3000 plantas sembradas en tres bolillos a una distancia de 1.3 metros entre plantas cubriendo un área de 4678 metros cuadrados también hay 193 plantas de plátano (*Musa paradisiaca*) dispersas por el predio, algunas de ellas dan sombrío al café (figura4). Además, se encuentran frutales dispersos entre los que se destacan 19 aguacates (*Persea amiricanamiller*) 10 naranjos (*Citrus sinensis*Osbeck) 9 limones taiti (*Citrus limon* (L.) Bur). 3 Champas (*Campomanesialinea tifolia* R & P).



Fuente: Autor2017

Figura 7 Asociación de café, plátano y árboles forestales

De los 3000 árboles de café encontramos 2000 en producción las cuales se sembraron en el 2015(figura 7). Las épocas de cosecha se dan a finales de octubre y mediados de enero. Las 154 plantas de plátano están en la primera cosecha, la cosecha es permanente.

De los 19 aguacate 3 se encuentra en producción, los árboles que fueron sembrados en el año 2014. Los Cítricos la fecha de siembra es desconocida todos los arboles se encuentran en producción, las épocas de cosecha son los meses de agosto y enero. Los árboles frutales se encuentran disperso en los 7975 metros cuadrados que tiene de área la finca.

Durante el desarrollo del cultivo la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) fue de 0. La variedad Castillo posee resistencia a la roya del cafeto y probable tolerancia a la enfermedad de las cerezas del café, constituyéndose en otro ejemplo de la máxima previsión al anticipar la solución a una amenaza potencial a la caficultora del país.

Facilita la producción limpia de café, ya que no requiere de la aplicación de fungicidas para el manejo químico de la roya del cafeto. (Alvarado 2005 p 18). La incidencia de la

enfermedad conocida como mancha de hierro (*Cercospora coffeicola.*) fue muy baja lo cual no presento una amenaza para el desarrollo del cultivo.

No se evidencio presencia de plagas que pudieran ser limitantes para la producción de las plantas de café. El cultivo de plátano no manifestó presencia de patógenos a plagas que pudieran alterar su normal desarrollo.

Debido a que el monocultivo contribuye a la alta incidencia y severidad de hongos virus y bacterias causantes de enfermedades, los frutales al encontrarse dispersos en el área de estudio no manifiestan síntomas de enfermedades ni ataques de plagas limitantes para la producción.



Fuente: Autor.

Figura 8 Planta de Café en producción.

Tabla 1. Producción de cultivos permanentes en Bosque premontano según Holdridge

Nombre común	Número de plantas	Plantas en producción	Área m ²	Producción (kg)	Perdidas (5%)	Auto consumo (kg)	Producción neta (kg)
Café castillo	3000	2000	4678	530	26,5	30	503,5
Plátano	193	154	7975	845	42,25	245	802,75
Aguacate	19	15	7975	40	2	30	38
Cítricos	19	19	7975	214	10,7	150	203,3
Champa	3	3	7975	40	2	13	38

Fuente: Autor

Para el cultivo de café castillo bajo sombrío con una densidad de 5000 plantas la producción es de 2.5 toneladas por hectárea. (ARCILA 2007. p22). En la finca dos quebradas la producción en un área de 3118 metros cuadrados fue de 1.614 toneladas por hectárea, con un 34% menos de la producción promedio reportada por Arcila. Este rendimiento es bueno si tenemos en cuenta que es la primera producción del cafetal.

En Colombia el cultivo de plátano tiene un rendimiento promedio de 6.1 ton/ha. Este rendimiento se considera relativamente bajo, por cuanto si se utilizan las nuevas tecnologías de producción, es posible alcanzar niveles de 50.1 ton/ha, con poblaciones de 1666 plantas/ha, alcanzan un rendimiento de 23.2 ton/ha. (Belalcázar 2005 p 12). Debido a que el plátano está disperso por todo el predio y tenemos diferentes variedades los rendimientos por hectárea aparentemente son muy bajos ya que nos reporta tan solo una tonelada. Como se puede observar la densidad de siembra es muy inferior a la reportada por Belalcázar la cual nos reporta una producción por planta de 14 kg, mientras que en la finca es de 6 kg. Esta diferencia tan marcada en la producción se da por el manejo

agronómico sencillo que se le da al cultivo si lo comparamos con una plantación tecnificada (apéndice 6).

Los árboles de aguacate están entrando en edad productiva, por esta razón la mayoría de su producción está destinada al autoconsumo. Según la Encuesta Nacional Agropecuaria, ENA (DANE, 2016), durante el año 2015 en Colombia se obtuvo una producción de 274.330 toneladas de frutos de aguacate, provenientes de las diversas variedades cultivadas, con rendimientos promedios de 7,2 toneladas por hectárea al año, con una densidad de siembra de 100 a 115 árboles por hectárea. (DANE 2016)

La producción de cítricos en un 75% se destina para el autoconsumo y el 25% restante para la venta. La champa más del 55% es comercializada.

6.3 COMPONENTE CULTIVO TRANSITORIOS

En un área de 1000 metros cuadrados se encontró un cultivo de maíz (*Zea mays* L) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sembrado en agosto (figura 9). También hay presencia de 20 plantas de auyamas (*Cucúrbita moschata*) y 10 plantas de malangas (*Colocasia esculenta*) dispersas en la finca.

Tabla 2. Producción de cultivos transitorios.

Especie	Número de plantas	Área m ²	Producción (kg)	Perdidas (5%)	Auto consumo (kg)	Producción neta (kg)
Maíz	320	500	130	6,5	40	123,5
Frijol	245	500	30	1,5	15	28,5
Ahuyama	18	7975	30	1,5	12	28,5
Malanga	10	7975	5	0,25	4,75	4,75

Fuente: Autor

En la Finca dos quebradas los rendimientos del cultivo de maíz obtenidos fueron de 2.4 toneladas por hectárea. En el sector tradicional los rendimientos han pasado de 1,13 t/ha en 1970 a 1,57 en 2012, un crecimiento muy lento que escasamente llega al 38,9%; caso contrario ocurre con el maíz tecnificado, el cual pasó de 3 t/ha en 1998 a 5,25 t/ ha en 2012, lo que implica un aumento en rendimientos del 75%. (Ospina 2015. p 24)

Rendimientos que fueron mayores a los de un cultivo tradicional. Esto se debe a que durante el desarrollo del cultivo no se evidencio daños causados por *Spodoptera frugiperda* insecto considerado como la plaga que causa más perdidas al cultivo. Tampoco hubo incidencia de patógenos.

Aunque el cultivo de frijol no presento ataques de patógenos como la antracnosis que se presenta con mucha incidencia en la región, su producción fue tan solo de 0.57 toneladas por hectárea, rendimiento muy bajo si se compara con el promedio de Boyacá que es de 1.48 ton/ha (FENALCE. 2015 p 4). Puede ser que sombrío y el microclima presente en la finca no favorezcan al cultivo de fríjol.



Fuente: Autor 2017

Figura 9 Cultivo de Maíz

Los cultivos de ahuyama y malanga no presentaron problemas fitosanitarios, razón por la cual crecieron con vigorosidad y se encuentran dispersas en toda la finca llegando satisfactoriamente a la etapa productiva. Se cuantifico el rendimiento del cultivo.

La producción de hortalizas se realiza bajo una cubierta de plástico para la protección del impacto de la lluvia y para control de enfermedades, el área dedica a la producción de hortalizas es 350 metros cuadrados, donde se maneja una producción de hortaliza permanente con rotación de las parcelas, cuenta con 20 parcelas de 10 metros de largas y de 1,20 cm anchas y calles de 40 cm. (Figura 10)

La fertilización se realiza de manera orgánica, con la preparación del compost y bochachi utilizando para la preparación de estos fertilizantes residuos de cosechas como (pulpa del café, vástagos de plátano, residuos de las hortalizas y poda de árboles). La siembra de hortalizas es constante, de acuerdo a la cosecha de cada una de las especies plantadas generando una rotación.



Fuente: Autor 2017

Figura 10 Área de producción de hortalizas

Tabla 3. Especies de hortalizas cultivadas.

Nº	Nombre común	Nombre científico
1	Zanahoria	<i>Daucus carita L. var. sativa</i>
2	Lechuga	<i>Lactuca sativa L.</i>
3	Acelga	<i>Beta vulgaris Var. Cicla</i>
4	Cilantro	<i>Coriandrum sativum L.</i>
5	Perejil	<i>Petroselinum sativum</i>
6	Cebolla de rama	<i>Allium fistulosum L.</i>
7	Apio	<i>Apium graveolens var dulce L</i>
8	Guatila	<i>Sechium edule (Jacq.) Sw.</i>
9	Pepino cohombro	<i>Cucumis sativus L.</i>
10	Espinaca	<i>Spinacia oleracea L.</i>
11	Ají tijel	<i>Capsicum pubescens l.</i>

Tabla 4. Producción hortalizas.

Especie	Producción (unidad)	Unidad	Perdidas (5%)	Autoconsumo (unidad)	Producción neta (unidad)
Zanahoria	14	kg	0,7	9	13,3
Lechuga	57	Unidad	2,85	11	54,15
Acelga	52	Atado	2,6	8	49,4
Cilantro	68	Atado	3,4	4	64,6
Perejil	30	Atado	1,5	3	28,5
Cebolla de rama	5	Atado	0,25	4,75	4,75
Apio	28	Atado	1,4	4	26,6
Guatila	14	kg	0,7	2,3	13,3

Pepino cohombro	3	Kg	0,15	2,85	2,85
Espinaca	20	Atado	1	15	19
Ají tijel	0,1	kg	0,005	0,095	0,095
				TOTAL	276,545

Fuente: Autor

Dentro de la finca las plantas de aromáticas, medicinales y especias hacen parte del sistema agroforestal, y cuenta con área aproximando de 100 metros cuadros y otras se encuentran dispersas cumpliendo labores alelopáticas en control de plagas y enfermedades como es el caso de la Caléndula (*Caléndula officinalis L*) figura 11



Fuente: Autor 2017

Figura 11 producción de acelgas con barreras de caléndula,

Las plantas fueron sembradas a principios del año 2014 (figura 12). Se realiza una recolección dos veces a la semana. La mayoría de la producción se destina a la venta.



Fuente: Autor 2017

Figura 12 Cultivo de aromáticas, especias y medicinales

Tabla 5. Inventario de Especies, Aromáticas y Medicinales

Nº	Nombre común	Nombre científico
1	Romero	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>
2	Sábila	<i>Aloe vero</i>
3	Mejorana	<i>Mejorana hortensis L.</i>
4	Guascas	<i>Galinsogaparviflora</i>
5	Tomillo	<i>Thymus vulgaris L.</i>
6	Caléndula	<i>Caléndula officinalis L</i>
7	Cidron	<i>Aloysiacitrodora</i>
8	Limonaria	<i>Cymbopogoncitratus</i>
9	Hinojo	<i>Foeniculumvulgaramiller</i>
10	Ruda de castilla	<i>Ruta graveolens L.</i>
11	Poleo	<i>Mentha</i>
12	Ortiga	<i>Urtica dioica L.</i>

Fuente: Autor

Tabla 6. Producción de aromáticas

Especies	Producción (atado)	Perdidas (5%)	Auto consumo	Producción (atado)	neta
Aromáticas	43	2,15	3	40,85	
Medicinales	22	1,1	4	20,9	
Especias	65	3,25	6	61,75	

Fuente: Autor

Dentro de la finca se encuentran asociados los sistemas de producción y como ornato de la finca especies ornamentales (figura 13) proporcionando nutrición y refugio para muchas especies de fauna silvestre que son responsables de la polinización y propagación, por lo que son de vital importancia para el ecosistema. La presencia de las especies nativas puede incluir plantas ornamentales en los agroecosistemas las cuales atraen a la fauna nativa como insectos que actúan como enemigos naturales de plagas. Algunas de estas plantas proporcionan alimento para los insectos y colibríes con sus flores y sus frutos.



Fuente: Autor 2017

Figura 13 *Heliconia (heliconia bihai)*

Tabla 7. Plantas ornamentales

Nombre común	Nombre científico	Números de individuos
Heliconias	<i>Heliconia bihai</i>	6
Durantas	<i>Duranta</i>	10
Palmas	<i>Areaceae</i>	8
Caballero de noche	<i>Centrumnocturnum</i>	4
Orquídeas	<i>Orchidaceae</i>	10

Fuente: Autor

La presencia de arvenses dentro de los sistemas de producción de la finca es muy común haciendo un poco más complejas las labores de mantenimientos de los diversos cultivos pero debemos resaltar que contribuyen a la conservación del suelo, además son fuente de alimento como algunas gramíneas y leguminosas, algunas sirven como medicinas, incrementan la cantidad de material genético juegan un papel fundamental al incrementan

la estabilidad del agroecosistema y son fuente de materia prima para la elaboración de fertilizantes orgánicos. Dentro las especies más relevantes que encontramos en la finca las podemos ver en la siguiente tabla

Tabla 8. Arvenses

Nombre común	Nombre Científico
Chipaca o amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.
Yanten	<i>Plantagomajor</i> L
Lengua de vaca	<i>RumexCrispus</i>
Cerraja	<i>Sonchusoleraceus</i>
Verbena	<i>Verbena</i> L
Yerba mora	<i>Solanumnigrum</i>
Destracadera	<i>Primoniaserrulata</i>
Siempre viva	<i>Sempervivum</i>
Bledo, blero	<i>Amaranthusspp</i>
Gualola, gloria	<i>Poligonium Sagetum</i> H.B.K

Fuente: Autor

Entre los principales beneficios del sistema agroforestal tenemos un capital financiero que mejora y diversifica sus ingresos por la venta y el autoconsumo (tablas 1-2-5-6) ya que de la finca se obtienen una gran variedad de productos agrícolas garantizando de esta forma que no se va a depender de un solo producto para el sostenimiento económico.

Para el cultivo de café los costos de producción (apéndice 5) están determinados desde el establecimiento del cultivo, por esta razón la rentabilidad da valores negativos ya que solo se ha cosechado una sola vez (Tabla 9) para la segunda cosecha ya se podrán cuantificar utilidades. El cultivo del aguacate presenta el mismo comportamiento (apéndice 6).

Con una remuneración altamente competitiva el cultivo de plátano y los frutales nos da unos porcentajes de rentabilidad muy buenos (tabla 9) debido a que sus costos de producción son muy bajos (apéndice 7).

Tabla 9. Utilidades de cultivos perennes

Especie	Producción neta (kg)	Precio de venta kg	Ingreso bruto total
Café castillo	503,5	\$6.000	\$ 3.021.000
Aguacate	38	\$3.000	\$ 114.000
Plátano	802,75	\$1.600	\$1.284.400
Cítricos	203,3	\$1.300	\$ 264.290
Champa	38	4.000	152.000

Especie	Ingreso bruto total	Costos de producción ciclo	Costos de producción Kg	Utilidad	Rentabilidad (%)
Café castillo	\$3.021.000	4.891.000	\$ 9.714	- \$1.870.000	- 38,23
Aguacate	\$ 114.000	405.900	\$10.681	-\$ 291.900	- 71,91
Plátano	\$1.284.400	196.100	\$ 244	\$1.088.300	554,97
Cítricos	\$ 264.290	173.100	\$851	\$ 91.190	52,68
Champa	\$152.000	50.000	\$1.315	\$102.000	204,00

Fuente: Autor

Los cultivos transitorios y dispersos, hortalizas, aromáticas y medicinales han sido manejados con un enfoque de agricultura orgánica reduciendo al mínimo las aplicaciones de agroquímicos por eso sus costos de producción son bajos (apéndice 8-9-10-11) lo que da como resultado unos porcentajes de utilidad muy buenos (tablas 10-11-12)

Tabla 10. Utilidades cultivos transitorios

Especie	Producción neta (kg)	Precio de venta (\$/kg)	Ingreso bruto total
Maíz	123,5	\$ 1.500	\$ 185.250
Frijol	28,5	\$ 3.000	\$ 85.500
Ahuyama	28,5	\$ 1.500	\$ 42.750
Malanga	4,75	\$ 700	\$ 3.325
Total	185,25		\$ 316.825

Ingreso bruto total	Costos de producción ciclo (\$)	Costos producción kg	de Utilidad	Rentabilidad (%)
\$316.825	\$ 262.920	\$ 55.351	\$ 53.905	17,01

Fuente: Autor

Tabla 11. Utilidades cultivo de hortalizas

Especie	Producción neta (Unidad)	Precio de venta (\$/Unidad)	Ingreso bruto total
Zanahoria	13,3 kg	\$ 1.200	\$ 15.960
Lechuga	54,15	\$ 1.000	\$ 54.150
Acelga	49,4	\$ 1.100	\$ 54.340
Cilantro	64,6	\$ 1.000	\$ 64.600
Perejil	28,5	\$ 1.000	\$ 28.500
Cebolla de rama	4,75	\$ 1.500	\$ 7.125
Apio	26,6	\$ 1.000	\$ 26.600

Especie	Producción neta (Unidad)	Precio de venta (\$/Unidad)	Ingreso bruto total
Guatila	13,3	\$ 1.400	\$ 18.620
Pepino cohombro	2,85	\$ 1.800	\$ 5.130
Espinaca	19	\$ 1.000	\$ 19.000
Ají	0,095	\$ 900	\$ 85
Total	276,545		\$ 294.110

Ingreso bruto total	Costos de producción de ciclo (\$)	Costos de producción/kg	Utilidad	Rentabilidad (%)
\$ 294.110	\$ 230.580	\$ 833	\$ 63.530	21,60

Fuente: Autor

Tabla 12. Utilidades cultivo de aromáticas especias y medicinales

Especies	Producción neta (atado)	Precio de venta (\$/atado)	Ingreso bruto total
Aromáticas	40,85	\$ 1.200	\$ 49.020
Medicinales	20,9	\$ 1.000	\$ 20.900
Especias	61,75	\$ 1.200	\$ 74.100
Total	123,5		\$ 144.020

Ingreso bruto total	Costos de producción/ciclo (\$)	Costos de producción/Atado	Utilidad	Rentabilidad (%)
\$ 144.020	\$ 91.686	\$ 742	\$ 52.334	36

Fuente: Autor

Un capital natural que les permite conservar recursos tan importantes como el suelo al evitar su degradación ya que el componente forestal protege la rivera de las quebradas evitando que su cauce arrastre material edáfico. Recuperar e incrementar la cantidad y calidad de los recursos naturales trae múltiples beneficios al entorno como el incremento de fauna benéfica que contribuye al incremento y calidad de las cosechas obtenidas en la finca.

A las poblaciones que adoptan este sistema de producción les permite desarrollar capacidades técnicas y tecnológicas a partir de conocimientos ancestrales técnicas locales, invertir su mano de obra en sistemas productivos propios.

7. CONCLUSIONES

El sistema agroforestal simultáneo resulta adecuado para garantizar un ingreso económico constante como se puede evidenciar por la variedad de cultivos que se pueden producir, no se va a depender de un solo producto que nos genere utilidades, las que muchas veces se ve disminuidas por la alta variación de precios, que en muchas ocasiones origina pérdidas a los agricultores en los sistemas de monocultivo. Además, favorece condiciones adecuadas para la seguridad alimentaria de los productores que adopten este sistema de trabajo ya que abastecen de variados productos para el autoconsumo.

El manejo de los sistemas agroforestales simultáneos originados a través de conocimientos tradicionales se sale de la línea tradicional de evaluación de beneficios monetarios y se hace importante la valoración con criterios ambientales dentro de los principios de conservación.

El sistema agroforestal simultáneo se concibe como un sistema que a la vista aporta a reducción de erosión mediante el aporte de material orgánico al suelo, al mantenimiento de los cursos de agua por tanto se considera como una opción amigable con el medio ambiente que adicionalmente proveen bienes para uso comercial o familiar; p. ej., leña, madera, frutos.

El espacio de conservación proporcionado por el componente arbóreo genera condiciones adecuadas para el desarrollo de plantas que favorecen el proceso fisiológico del componente agrícola reflejado en la obtención de buenas cosechas a costos económicos bajos, ya que la introducción de los árboles para sombra puede llegar a suplir parte de las necesidades nutricionales del cultivo debido a que la sombra reduce la foto-síntesis, la transpiración, el metabolismo y el crecimiento; por consiguiente, decrece también la demanda de nutrientes del suelo favoreciendo la conservación de la fertilidad del mismo

por un tiempo más prolongado, además del aporte de nutrientes que pueden hacer alguna especies forestales como son las fijadoras de nitrógeno.

Estos sistemas agroforestales contribuyen al mejoramiento ambiental porque al favorecer los procesos fisiológicos de los cultivos se reduce la utilización de productos de síntesis química que en la mayoría de los casos resultan contaminantes para las fuentes hídricas el aire y los suelos convirtiendo el entorno en un habitat peligroso para la fauna nativa de la región. Los sistemas de monocultivo tradicionales afectan negativamente el medio ambiente ya que contribuyen a la disminución de la biodiversidad incrementándose la presencia de plagas y enfermedades por la desaparición de competidores naturales. Degradación del suelo por la excesiva labranza y la exposición directa al viento y la lluvia ocasionado procesos de erosión. Por eso es importante la evaluación de métodos de producción agrícolas como son los sistemas agroforestales, para ofrecer alternativas que reduzcan el impacto negativo que tienen los sistemas de explotación agropecuaria practicados en la actualidad.

La adopción de los sistemas agroforestales como modelos productivos generar una ganancia ambiental alta como la conservación de biodiversidad de fauna y flora, la producción de oxígeno, regulación hídrica y conservación de los suelos.

8. RECOMENDACIONES

Los sistemas agroforestales simultáneos son importantes para la sostenibilidad de los sistemas productivos son los servicios ambientales en los cuales es profundizar en las potencialidades que generan a nivel de los recursos agua, suelo y aire.

Adicional al establecimiento de los SAF simultáneos se recomienda el manejo de la mínima labranza para garantizar el manejo de suelos en piedemonte minimizando la vulnerabilidad a la erosión.

Se recomienda la realización de proyectos de investigación que nos permitan identificar otros sistemas agroforestales en la región del valle de Tenza identificando y describiendo su estructura, tipo y naturaleza de sus componentes, posibles arreglos y efectos visibles de sus interacciones para disponer de varias alternativas productivas que se puedan aplicar en la zona.

Adelantar trabajos que nos permitan obtener parámetros cuantitativos de medidas relacionadas con el suelo, agua y aire midiendo las posibles variaciones en cuanto a condiciones físicas, químicas, biológicas y ambientales en un periodo de tiempo determinado.

Continuar y profundizar en la evaluación social que nos permitan cuantificar la generación de mano de obra que se puede generar con la implementación de estos sistemas.

Ampliar conocimiento con estudios de mercado para identificar que productos del componente agrícola son más viables para incorporar en el sistema teniendo en cuenta las preferencias y necesidades sociales.

Continuar con el trabajo de difusión con cifras claras y precisas que faciliten la percepción de los agricultores para de esta manera poder garantizar la adopción de estos sistemas de producción.

Hacer un monitoreo que permita cuantificar cambios multitemporales en la productividad y lo ambiental para cada componente durante un periodo de tres años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía Mayor de Bogotá (2010). *Arbolado Urbano de Bogotá, D.C.*, Secretaría Distrital de Ambiente, SDA - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Primera edición. Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia. Editorial Scripto Gómez y Rosales Asociados Compañía LTDA

Alvarado Alvarado, Gabriel. Posada-Suárez, Huver Elías. Cortina Guerrero, Hernando Alfonso. (2005). Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya Avance técnico 337 Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica. Cenicafe.

Arcila p., j. Farfán v., f. Moreno b., a.m. Salazar g., l.f. Hincapié g., e.(2007) Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná. Colombia Cenicafé.

Belalcázar Carvajal, Sylvio (2005) El cultivo del plátano en altas densidades de siembra una nueva concepción tecnológica de producción. Programa de Plátano y Banano, Armenia, Colombia. Instituto colombiano agropecuario, ICA

Cárdenas López, Dairon. Castaño Arboleda, Dairon. Sua Tunjano, Sonia. Quintero Barrera, Lorena (2015) Planes de Manejo para la Conservación de Abarco, Caoba, Cedro, Palorosa y Canelo de los Andaquíes. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI,

Corpoboyaca. Capítulo I Descripción De Las Especies Vegetales Producidas En Los Viveros De La Corporación Autónoma Regional De Boyacá - Corpoboyaca recuperado de [Http://Www.Corpoboyaca.Gov.Co](http://www.corpoboyaca.gov.co)

DANE. (2016) Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Cultivo del aguacate Hass (*Persea americana* Mill; *Persea nubigena* var. *Guatemalensis* x *Persea americana* var. *drymifolia*), plagas y enfermedades durante la temporada de lluvias. Bogotá. Colombia. Departamento Nacional de Estadística

Duran Velez, Yudi. (2010). Sistemas Agroforestales. Bogotá. Colombia. Universidad Nacional Abierta y A Distancia (UNAD)

Farfan Valencia Fernando; Baute Balcázar José. (2010) Guamo Santaferño en sistemas agroforestales con café. Avance técnico 396 Cenicafe.

Farfán Valencia, Fernando. Baute Balcázar, José Enrique. Meza Franco, Hernán Darío. Sánchez Arciniegas, Pedro María. (2016) *Erythrina* sp. para sistemas agroforestales con café. Centro Nacional de Investigaciones de Café – Manizales. Colombia. Cenicafé

Farfán Valencia, Fernando. (2014). Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café. Manizales. Colombia. Cenicafé

Farrell, John G. y Altieri, Miguel A. (1999). Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo. Uruguay. Editorial nordan.

FENALCE. (2015) Departamento de información Económica y estadística Situación actual y perspectivas del cultivo de frijol. Reportes de las oficinas regionales de FENALCE.

Fundación hondureña de investigación agrícola (2004). Guía práctica producción de café con sombra de maderables la lima, cortés, honduras, c.a.

López Gerardo. (2008) Sistemas agroforestales. Puebla. Mexico. Secretaria de agricultura ganadería y desarrollo rural pesca y alimentación (SIGARPA)

Mendieta López, Marcia. Rocha Molina, Raúl. (2007) Sistemas Agroforestales. Managua. Nicaragua. Universidad Nacional Agraria

Ospina Rojas, José Gabriel. (2015) Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas Prácticas Agrícolas. Medellín, Colombia Impresión: Fotomontajes S.A.S

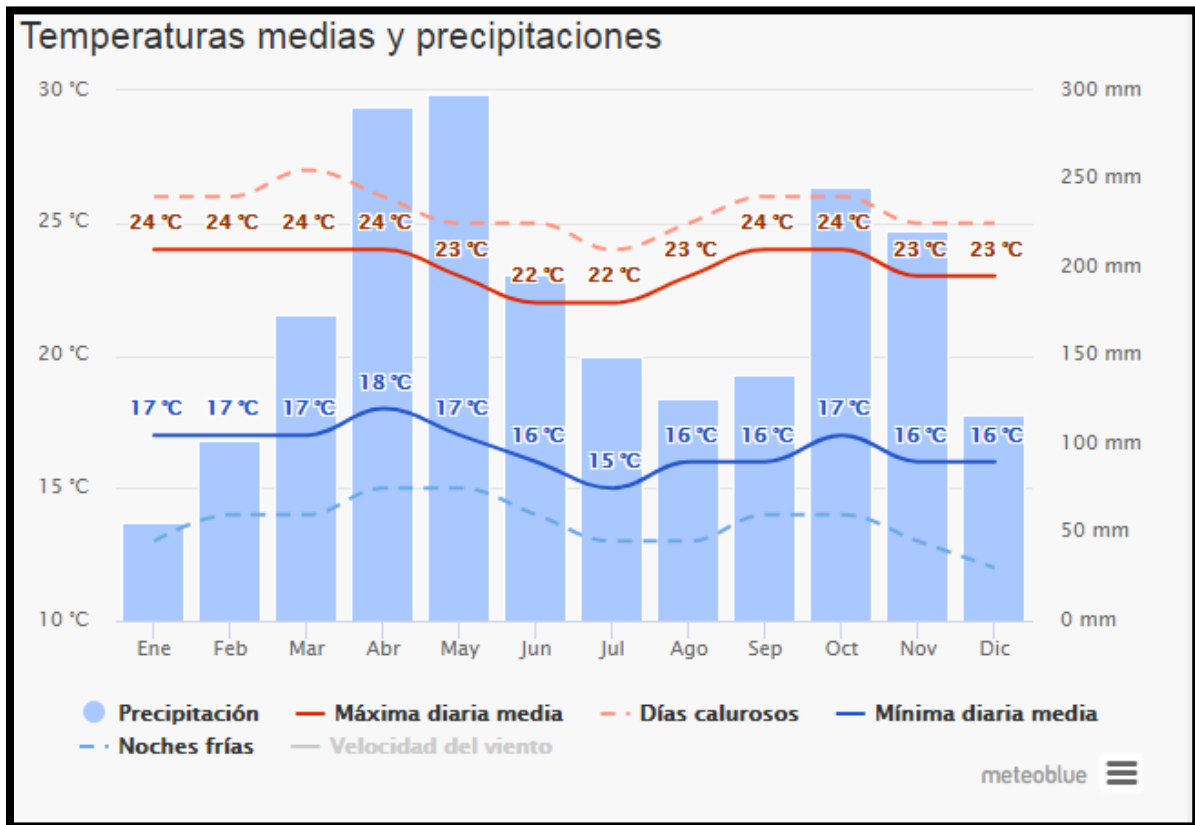
Palomeque Figueroa, Emilio. (2009). Sistemas Agroforestales. Huehuetán, Chiapas, México.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2016) Guía de las especies forestales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Plan Institucional de Gestión Ambiental-PIGA

ANEXOS

Apéndices

1. Temperaturas medias y precipitaciones Garagoa

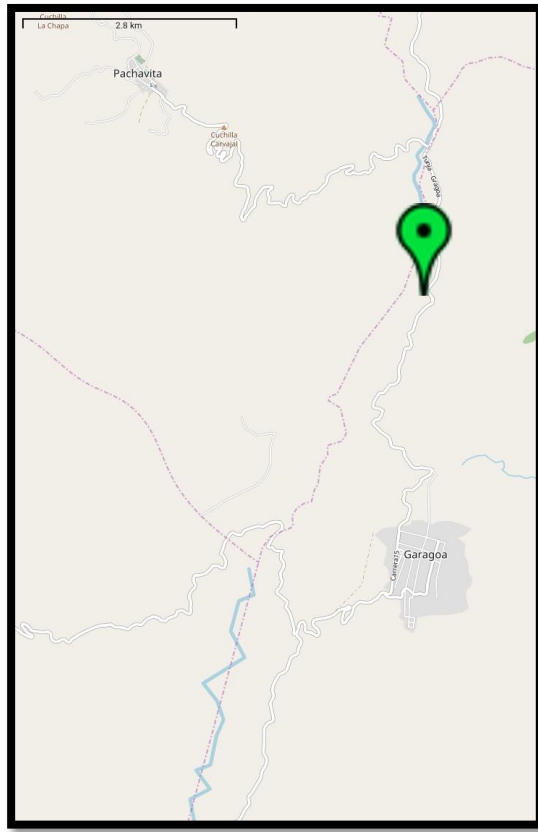


Fuente EOT Garagoa 2002

2. Ubicación en el mapa

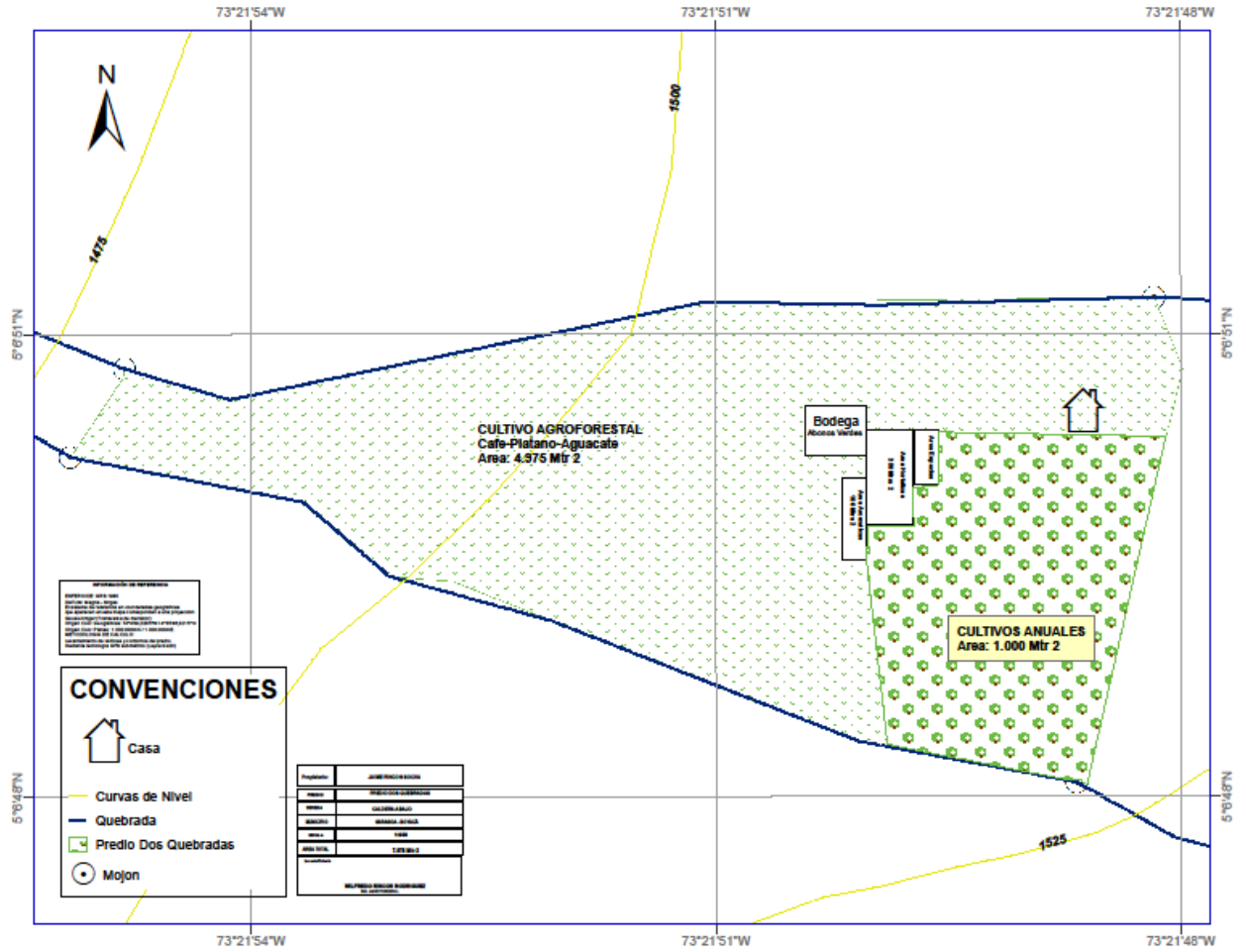


Fuente: Google Maps



Fuente Google Maps

3. Plano de la finca Dos Quebradas



5. Costos de producción cultivo de café

Item	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Insumos				
Cal dolomita	bulto x 50 kilos	2	\$ 13.000	\$26.000
Abono orgánico	bulto x 40 kilos	25	\$ 12.000	\$ 300.000
Fertilizante químico	bulto x 50 kilos	6	\$ 80.000	\$ 480.000
Insecticidas y fungicidas	global	1	\$100.000	\$ 100.000
Combustible para control de arvenses	global	1	\$ 30.000	\$30.000
Equipos y herramientas.	global	1	\$ 80.000	\$ 80.000
A. Subtotal				\$ 1.016.000
Mano de obra.				
Mantenimiento	Jornal	5	\$25.000	\$ 125.000,00
Fertilización	Jornal	2	\$25.000	\$ 50.000,00
Control fitosanitario	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000,00
Recolección	Jornal	40	\$25.000	\$1.000.000
Beneficio	Jornal	4	\$25.000	\$ 100.000
B.subtotal				\$ 1.375.000
Imprevistos (5%)				\$ 119.550
C servicios (transporte y otros)	global	1	\$100.000,00	\$ 100.000
D. Costo por planta de crecimiento	unidad	2000	\$ 1.200,00	\$ 2.400.000
Total (a+b+c+d)				\$ 4.891.000

6. Costos de producción cultivo de aguacate

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Insumos				
Cal dolomita	Kg	7,5	\$ 320	\$ 2.400
Abono orgánico	bulto x 40 kilos	2	\$ 12.000	\$24.000
Fertilizante químico	Kg	7,5	\$ 1.800	\$ 13.500
Insecticidas y fungicidas	global	1	\$20.000	\$ 20.000
Combustible para control de arvenses	global	1	\$ 10.000	\$10.000
Equipos y herramientas.	global	1	\$50.000	\$50.000
A. subtotal				\$ 119.900
Mano de obra.				
Mantenimiento	Jornal	1	\$25.000	\$25.000
Fertilización	Jornal	0,2	\$25.000	\$5.000
Control fitosanitario	Jornal	0,2	\$25.000	\$5.000
Recolección	Jornal	1	\$25.000	\$25.000
B.subtotal				\$60.000
Imprevistos (5%)				\$ 8.995
C servicios (transporte y otros)	global	1	\$1.000	\$1.000
D.costo por planta de crecimiento	unidad	15	\$15.000	\$225.000
Total (a+b+c+d)				\$405.900

7. Costos de producción cultivo de plátano

Item	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Insumos				
Cal dolomita	bulto x 40 kilos	1	\$13.000	\$13.000
Abono orgánico	bulto x 40 kilos	2	\$12.000	\$24.000
Fertilizante químico	Kg	2	\$1.800	\$3.600
Insecticidas y fungicidas	global	1	\$10.000	\$10.000
Combustible para control de arvenses	global	1	\$10.000	\$10.000
Equipos y herramientas.	global	1	\$10.000	\$10.000
A. Subtotal				\$70.600
Mano de obra.				
Mantenimiento	Jornal	2	\$25.000	\$50.000
Fertilización	Jornal	0,2	\$25.000	\$5.000
Control fitosanitario	Jornal	0,5	\$25.000	\$ 12.500
Recolección	Jornal	1	\$ 25.000	\$ 25.000
B. Subtotal				\$ 92.500
Imprevistos (5%)				\$8.155
C servicios (transporte y otros)	global	1	\$1.000	\$ 1.000
D.valor por planta de crecimiento				\$ 32.000
Total (a+b+c+d)				\$196.100

8. Costos de producción cultivo de cítricos

Item	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Insumos				
Cal dolomita	Kg	8	\$3.200	\$25.600
Abono orgánico	Bulto x 40 kilos	1	\$12.000	\$12.000
Fertilizante químico	Kg	0	\$ 0	\$0
Insecticidas y fungicidas	Global	1	\$20.000	\$20.000
Combustible para control de arvenses	Global	1	\$10.000	\$10.000
Equipos y herramientas.	Global	1	\$ 10.000	\$ 10.000
A. Subtotal				\$ 77.600
Mano de obra.				
Mantenimiento	Jornal	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Fertilización	Jornal	0,5	\$ 25.000	\$ 12.500
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 25.000	\$ 0
Recolección	Jornal	1	\$ 25.000	\$ 25.000
B. Subtotal				\$ 62.500
Imprevistos (5%)				\$ 7.005
C servicios (transporte y otros)	Global	1	\$ 1.000	\$ 1.000
D. valor por planta de crecimiento	Unidad	16	\$ 2.000	\$ 32.000
Total (a+b+c+d)				\$173.100,00

9. Costos de producción de anuales/ 1000 m2 / 6 meses

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Insumos				
Cal dolomita	Bulto x 50 kilos	0,2	\$ 12.000	\$ 2.400
Semillas	Global	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Abono orgánico	Bulto x 40 kilos	3	\$ 12.000	\$ 36.000
Fertilizante químico	Kg	15	\$ 1.800	\$27.000
Insecticidas y fungicidas	Global	1	\$ 10.000	\$10.000
Equipos y herramientas.	Global	1	\$ 5.000	\$ 5.000
A. Subtotal				\$ 100.400
Mano de obra.				
Mantenimiento	Jornal	3	\$ 25.000	\$75.000
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Recolección	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
B. Subtotal				\$ 150.000
Imprevistos (5%)				\$ 12.520
Total (a+b)				\$ 262.920

10. Costos de producción medicinales aromáticas y especias

Item	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Insumos				
Cal dolomita	Kg	1	\$ 320	\$ 320
Abono orgánico	Bulto x 40 kilos	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Fertilizante químico	Kg	0	\$0	\$0
Insecticidas y fungicidas	Global	0	\$0	\$0
Equipos y herramientas.	Global	0	\$0	\$0
A. Subtotal				\$ 12.320
Mano de obra.				
Mantenimiento	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Control fitosanitario	Jornal	0	\$0	\$0
Recolección	Jornal	1	\$ 25.000	\$ 25.000
B. Subtotal				\$ 75.000
Imprevistos (5%)				\$ 4.366
Total (a+b)				\$ 91.686

11. costos de producción hortalizas.

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Insumos				
Cal dolomita	Bulto x 40 kilos	0,5	\$ 3.200	\$ 1.600
Semillas	Global	1	\$ 2.000	\$ 2.000
Abono orgánico	Bulto x 40 kilos	2	\$ 12.000	\$ 24.000
Fertilizante químico	Kg	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Insecticidas y fungicidas	Global	0	\$0	\$ 0
Equipos y herramientas.	Global	1	\$ 5.000	\$ 5.000
A. Subtotal				\$ 44.600
Mano de obra.				
Mantenimiento	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Recolección	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
B. Subtotal				\$ 175.000
Imprevistos (5%)				\$ 10.980
Total (a+b)				\$230.580