

# DISEÑO DEL SISTEMA AGROFORESTAL PARA LA ZONA RURAL DE LA VEREDA PASCATA DE TURMEQUÉ BOYACÁ.

Autores:

MAIRA MARCELA DÍAZ ROJAS

Código. 20021015132

VIVIANA SOTO BARBOSA

Código. 20021015092



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.

2015

# DISEÑO DEL SISTEMA AGROFORESTAL PARA LA ZONA RURAL DE LA VEREDA PASCATA DE TURMEQUÉ BOYACÁ.

Autores:

MAIRA MARCELA DÍAZ ROJAS

Código. 20021015132

VIVIANA SOTO BARBOSA

Código. 20021015092

Trabajo de grado para optar al título de  
Ingenieras Industriales



UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.  
2015

## RESUMEN

Los sistemas agroforestales son modelos de producción agropecuarios eficientes y amigables con el medio ambiente, característica indispensable para la sostenibilidad de la zona a largo plazo, al no incrementar en el tiempo la afectación de las condiciones ambientales con las prácticas y actividades agrícolas o ganaderas.

El presente trabajo tiene como principal objetivo brindar a la comunidad de la zona, las herramientas de análisis financiero y diferentes métodos de establecimiento de cultivos con el fin de mejorar su calidad de vida a corto, mediano y largo plazo a través de la implementación de sistemas agroforestales adaptables a las condiciones climáticas, físicas y ambientales de la región. Se busca finalmente que el sistema permita a los campesinos reducir los costos de mantenimiento y fertilización del suelo, ya que la interacción de las especies del sistema otorga nutrientes y condiciones ambientales favorables para la siembra y cosecha de los productos, minimizando la utilización de químicos sobre la capa vegetal.

**Palabras clave:** Ecología, Producción, Condición Ambiental, Sostenibilidad y Beneficio.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. ANTECEDENTES. ....	10
2.1 ANTECEDENTES DEL MUNICIPIO. ....	13
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	14
4. OBJETIVOS.....	16
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5. MARCO REFERENCIAL .....	17
5.1 ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS DEL MUNICIPIO DE TURMEQUÉ .....	17
5.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO .....	17
5.1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL MUNICIPIO .....	18
5.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MUNICIPIO .....	20
5.1.4 CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL MUNICIPIO .....	24
5.1.5 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DEL MUNICIPIO .....	27
5.1.6 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL MUNICIPIO .....	29
5.1.7 TECTÓNICA DEL MUNICIPIO .....	31
5.1.8 FALLAS GEOLÓGICAS DEL MUNICIPIO .....	31
5.1.9 GEOMORFOLOGÍA DEL MUNICIPIO.....	32
5.1.10 FISIOGRAFÍA DEL MUNICIPIO.....	32
5.1.10.1 RELIEVE PREDOMINANTE .....	34
5.2 MARCO NORMATIVO FORESTAL EN COLOMBIA.....	34
6. MARCO CONCEPTUAL.....	35
6.1 DEFINICIÓN DE DESARROLLO SOSTENIBLE .....	35
6.2 CONCEPTO DE AGROFORESTERÍA.....	38
6.3 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA AGROFORESTAL .....	39
6.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	45
6.5 ALGUNAS RESTRICCIONES DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES .....	52
6.6 DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES.....	53
6.6.1 ARREGLOS VEGETACIONALES.....	54

6.6.2 DISEÑO HORIZONTAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL .....	56
6.6.3 DISEÑO VERTICAL .....	57
6.6.4 DISTANCIA DE SIEMBRA .....	57
6.6.5 TRAZADO EN CUADRO .....	59
6.6.6 TRAZADO EN TRIÁNGULO O TRESBOLILLO .....	60
6.6.7 TRAZADO EN RECTÁNGULO Y TRAZADO EN QUINCUNCE .....	61
6.7 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL .....	63
6.7.1 PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES .....	63
7. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL PARA EL MUNICIPIO DE TURMEQUÉ, EN BOYACÁ .....	78
7.1 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE TURMEQUÉ .....	79
7.2 SELECCIÓN DE ESPECIES PARA EL SISTEMA AGROFORESTAL DEL MUNICIPIO DE TURMEQUÉ, BOYACÁ.....	80
7.2.1 ASOCIACIÓN FRUTÍCOLA Y AGRÍCOLA EN BOSQUE SECO MONTANO BAJO .....	81
7.2.2 ASOCIACIÓN SILVOAGRÍCOLA.....	85
7.3 ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD EN EL TIEMPO .....	89
8. CONCLUSIONES .....	92
9. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS .....	93
10. BIBLIOGRAFÍA.....	94
11. ANEXO 1 .....	96
11.1 ENCUESTAS CAMPESINOS.....	96
11.2 RESPUESTAS.....	96
11.2.1 Encuesta 1 .....	96
11.2.2 Encuesta 2 .....	96
11.2.3 Encuesta 3 .....	97
11.2.4 Encuesta 4 .....	97
11.2.5 Encuesta 5 .....	97
11.2.6 Encuesta 6 .....	98
11.2.7 Encuesta 7 .....	98
11.2.8 Encuesta 8 .....	98
11.2.9 Encuesta 9 .....	98
11.2.10 Encuesta 10.....	99

## INDICE DE ILUSTRACIONES.

ILUSTRACIÓN 1 UBICACIÓN DEL MUNICIPIO. TOMADO DE GOOGLE MAPS 2015. ....	18
ILUSTRACIÓN 2 DATOS CLIMÁTICOS EN LA ZONA CUNDIBOYACENSE. MAYO 2015.....	19
ILUSTRACIÓN 3 ANOMALÍAS DE LAS LLUVIAS DEL MES DE MAYO CON RELACIÓN AL PROMEDIO HISTÓRICO (1981-2010).....	19
ILUSTRACIÓN 4 DIVISIÓN POLÍTICA DEL MUNICIPIO DE TURMEQUÉ .....	21
ILUSTRACIÓN 5 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL MUNICIPIO. ....	30
ILUSTRACIÓN 6 DESARROLLO SOSTENIBLE Y DECRECIMIENTO INDUSTRIAL. ....	37
ILUSTRACIÓN 7 WIKIPEDIA. GLOBAL CARBON EMISSION BY TYPE. FECHA DE CONSULTA 15/06/2015. ....	38
ILUSTRACIÓN 8 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA. ....	40
ILUSTRACIÓN 9 AGROFORESTERÍA. ELEMENTOS Y LIMITANTES DEL SISTEMA. ....	42
ILUSTRACIÓN 10 RELACIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL CON LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y FUNCIÓN ASOCIADAS CON LA ESTRUCTURA DEL SUELO.....	44
ILUSTRACIÓN 11: SISTEMA AGROFORESTAL SECUENCIAL, AGRICULTURA MIGRATORIA.....	46
ILUSTRACIÓN 12: SISTEMA AGROFORESTAL SECUENCIAL, SISTEMA TAUNGYA. ....	46
ILUSTRACIÓN 13: SISTEMA AGROFORESTAL SIMULTANEO. ....	48
ILUSTRACIÓN 14: SISTEMA AGROFORESTAL SIMULTANEO. ASOCIACIONES DE ÁRBOLES CON CULTIVOS PERENNES. ....	48
ILUSTRACIÓN 15: SISTEMA AGROFORESTAL SIMULTANEO. ÁRBOLES EN FRANJAS EN ASOCIACIÓN CON CULTIVOS ANUALES. ....	49
ILUSTRACIÓN 16: SISTEMA AGROFORESTAL SIMULTANEO. ÁRBOLES EN FRANJAS EN ASOCIACIÓN CON CULTIVOS ANUALES EN RELIEVE.....	50
ILUSTRACIÓN 17: SISTEMA AGROFORESTAL CON CERCAS VIVAS. ....	51
ILUSTRACIÓN 18: SISTEMA AGROFORESTAL DE CORTINAS CON ROMPE VIENTOS. ....	52
ILUSTRACIÓN 19: RELACIONES FUNCIONALES CON RESPECTO DE LA RELACIONA FUNCIONAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL. ....	54
ILUSTRACIÓN 20: DIFERENTES TIPO DE COPAS DE LOS ARBOLES. ....	56
ILUSTRACIÓN 21: TRES TIPOS DE DISEÑO HORIZONTAL EN EL ESPACIO. ....	56
ILUSTRACIÓN 22 : DISEÑO DEL SAF CON RELACIÓN ENTRE LA ALTURA DE LOS ÁRBOLES Y EL TIEMPO DE CRECIMIENTO. ....	57
ILUSTRACIÓN 23: TRAZADO EN CUADRO. ....	59
ILUSTRACIÓN 24: INDICACIÓN DEL TRAZADO EN CUADRO. ....	59
ILUSTRACIÓN 25: TRAZADO EN TRIANGULO. ....	60
ILUSTRACIÓN 26: INDICACIÓN DEL TRAZADO EN TRIANGULO.....	61
ILUSTRACIÓN 27: TRAZADO EN QUINCUNCE. ....	62
ILUSTRACIÓN 28: CUERDA DE 12 METROS DE LONGITUD UTILIZADA PARA TRAZAR LA PERPENDICULAR. ....	62
ILUSTRACIÓN 29: FORMA UTILIZADA PARA TRAZAR UNA PERPENDICULAR EN UN PUNTO DADO. ....	63
ILUSTRACIÓN 30: DISPOSICIÓN DE LOS SURCOS DE PAPA CON RESPECTO AL HUERTO FINAL. ....	81
ILUSTRACIÓN 31: DISPOSICIÓN DE LOS SURCOS DE MAÍZ CON RESPECTO AL HUERTO DE FRUTALES. ....	82
ILUSTRACIÓN 32: DISPOSICIÓN DE LA CURUBA CON RESPECTO A LOS FRUTALES.....	83
ILUSTRACIÓN 33: DISEÑO AGROFORESTAL.....	84

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1 SISTEMAS AGROSILVICULTURALES EN AMÉRICA LATINA .....	11
TABLA 2 VARIABLES GEOGRÁFICAS DE LAS VEREDAS EN EL MUNICIPIO DE TURMEQUÉ.....	23
TABLA 3.ÍNDICE DE POBLACIÓN POR MUNICIPIO. ENCUESTA DANE 2005 .....	24
TABLA 4 INFORMACIÓN DEL MUNICIPIO. FECHA DE CONSULTA 15 DE JUNIO DE 2015. ....	25
TABLA 5 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD AÑO 2005. ....	25
TABLA 6 DATOS POR EDAD DE LA POBLACIÓN.....	25
TABLA 7. ANUARIO ESTADISTICO DE BOYACÁ Y CENSOS DEL DANE.....	26
TABLA 8 ANÁLISIS DE POBLACIÓN POR VERDEAS AÑO 1998. ....	26
TABLA 9 DESEMPEÑO FISCAL DE LOS DEPARTAMENTOS Y MUNICIPIOS 2013. INFORME DEL DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (ARTÍCULO 79 LEY 617 DE 2000).....	27
TABLA 10 GRUPO DE FINANCIAMIENTO TERRITORIAL DIFP INFORME DEL DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. ACTUALIZACIÓN EL 4 DE FEBRERO DE 2015.....	28
TABLA 11 CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE POR VEREDA. ....	34
TABLA 12 NORMATIVIDAD APLICABLE A LA REFORESTACIÓN EN COLOMBIA. PLAN DE ACCIÓN INSTITUCIONAL CORPOCHIVOR 2012-2015. ....	35
TABLA 13 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	45
TABLA 14: CULTIVOS TRANSITORIOS. CEREALES COSECHADOS PARA GRANO. ....	73
TABLA 15: CULTIVOS TRANSITORIOS. TUBÉRCULOS, RAÍCES Y BULBOS. ....	73
TABLA 16: CULTIVOS TRANSITORIOS. OLEAGINOSAS. ....	73
TABLA 17: CULTIVOS TRANSITORIOS. HORTALIZAS (DE RAÍZ).....	74
TABLA 18: CULTIVOS TRANSITORIOS. HORTALIZAS (DE FRUTO).....	74
TABLA 19: CULTIVOS TRANSITORIOS. HORTALIZAS (DE TALLO). ....	74
TABLA 20: CULTIVOS TRANSITORIOS. HORTALIZAS (DE FLOR).....	74
TABLA 21: CULTIVOS TRANSITORIOS. HORTALIZAS (DE HOJA).....	75
TABLA 22: CULTIVOS TRANSITORIOS. HORTALIZAS (DE SEMILLA O LEGUMINOSAS VERDES).....	75
TABLA 23: CULTIVOS TRANSITORIOS. HORTALIZAS (LEGUMINOSAS PRINCIPALMENTE PARA GRANO). ....	75
TABLA 24: CULTIVOS TRANSITORIOS. FIBRAS O TEXTILES. ....	75
TABLA 25: CULTIVOS FORRAJEROS.....	76
TABLA 26: CULTIVOS NARCÓTICAS .....	76
TABLA 27: CULTIVOS PERMANENTES ARBOLES.....	76
TABLA 28: CULTIVOS PERMANENTES ARBOLES.....	77
TABLA 29: CULTIVOS PERMANENTES ARBOLES.....	77
TABLA 30: CULTIVOS ARBUSTOS Y HERBÁCEOS.....	78
TABLA 31: DETERMINACIÓN DEL SAG. ....	79
TABLA 32 NÚMERO DE CASOS AGROPECUARIOS EVALUADOS POR DEPARTAMENTO Y PRODUCTO. ....	80
TABLA 33: REQUERIMIENTO DE PLÁNTULAS O SEMILLAS. EL CUADRO SE PUEDE ADAPTAR SEGÚN EL SAF ESCOGIDO. ....	89
TABLA 34: REQUERIMIENTOS MANO DE OBRA. ....	90
TABLA 35: ESTRUCTURA DEL FLUJO DE CAJA Y SU PROYECCIÓN. ....	90
TABLA 36: ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO.....	91
TABLA 37: ANÁLISIS DE LOS INDICADORES VAN Y TIR. LA TABLA DEJA INDICADO HASTA EL AÑO 10 PERO LO IDEAL ES LLEVAR ESTA INFORMACIÓN HASTA EL AÑO 20.....	91

## 1. INTRODUCCIÓN

Colombia posee unas condiciones geográficas excepcionales, lo cual permite el cultivo de diferentes productos en cualquier época del año, ya que no se encuentra sujeta a condiciones de estacionalidad. Además cuenta con una gran diversidad en fauna y flora, lo que hace posible que su población se sustente básicamente de actividades agropecuarias y ganaderas sin embargo estas actividades no logran consolidar un sistema agroindustrial fortalecido que garantice recursos a largo plazo.

Durante los años de expansión y crecimiento de las actividades agrícolas se han identificado problemas asociados al impacto ambiental generado que se presentan en áreas donde las condiciones climáticas y sociales permiten desarrollar actividades agrícolas industriales, es decir a la producción de biocombustibles y alimentos a gran escala, un ejemplo es las productoras y comercializadoras del arroz. A esto se suman los factores asociados a los niveles de educación logrados por su población, el nivel de conocimiento relacionado al cuidado de medio ambiente, la protección y conservación de los recursos naturales, el uso inadecuado del recurso hídrico junto con una política nacional de eliminación de zonas boscosas en riveras de ríos y quebradas, el uso ineficiente del recurso del suelo hacen que la optimización y desarrollo de la agricultura se atrase con relación al desarrollo en otros países, se generen fuertes cambios de las condiciones ecológicas y estas, disminuyan rápidamente la calidad ambiental de las áreas intervenidas.

Esta problemática hace que los incentivos ofrecidos por el gobierno nacional sean atractivos a la población rural, para quienes decidan innovar en el mercado forestal como eje productivo de la región. Muchas técnicas forestales se aplican en América Latina y el Caribe desde hace siglos y se caracterizan por su adaptación a las condiciones agroecológicas y sociales de la zona a tratar. Existe una gran expectativa frente a los mecanismos internacionales para controlar el cambio climático que permiten el flujo de financiamiento de países desarrollados hacia países en desarrollo, en especial en cuanto a su contribución potencial al desarrollo económico. En este marco, cobra interés el estudio de sinergias y desafíos entre proyectos de mitigación y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y aquellos orientados al desarrollo sustentable local y regional, además de los beneficios económicos otorgados por el gobierno actual para quienes quieran inclinarse por iniciar proyectos agroforestales igualmente sostenibles. Por otra parte, estos sistemas constituyen una herramienta de reconocido valor para mejorar el nivel de vida de la población.

La importancia de los sistemas agroforestales puede verse reflejada al analizar el beneficio que desempeña el componente arbóreo sobre la actividad agraria, ganadera y su impacto sobre el medio ambiente. Este trabajo considera principalmente los beneficios de incluir a los árboles como modificadores del ecosistema, en las actividades agrarias y ganaderas con el fin de ser sostenible el sistema a largo plazo. Lamentablemente la acción antrópica con las quemadas, talas, potrerización y nuevas actividades económicas de exploración y



explotación, produce cambios severos en la cubierta vegetal, dando como resultado la homogenización con las consecuentes pérdidas de diversidad, rompimiento de controles biológicos y cadenas tróficas, desequilibrio en el ecosistema igualmente, por esta dinámica (actividad antrópica), muchas especies propias del páramo se han visto afectadas tanto por la presión de la caza, como por el agotamiento de su alimentación. [1]

En el presente proyecto, avanzamos en el análisis de cómo, y con qué objetivos intervenimos en el medio, con el fin de reflexionar sobre la práctica de la Extensión Rural. Con este estudio pretendemos caracterizar los elementos de estas formas de producción y sus interrelaciones, prestando especial atención a la dinámica anual de manejo y explotación de sistemas agroforestales como eje del sistema productivo, pero considerando las actividades extractivas u otras formas de captación de recursos. Con estos elementos buscamos elaborar un modelo de la dinámica económica de la comunidad objeto de estudio. Muchas técnicas forestales se conocen y se aplican en América Latina y el Caribe desde hace siglos y se caracterizan por su adaptación a las condiciones agroecológicas y sociales en que se desarrollaron.

Existe una gran expectativa frente a los mecanismos internacionales para controlar el cambio climático que permiten el flujo de financiamiento de países desarrollados (PD) hacia países en desarrollo (PED), en especial en cuanto a su potencial contribución al desarrollo económico. Como también los beneficios económicos otorgados por el gobierno actual para quienes quieran inclinarse por iniciar proyectos agroforestales igualmente sostenibles. Por otra parte, estos sistemas constituyen una herramienta de reconocido valor para mejorar el nivel de vida de la población.

Pese a esto, muchas veces sus ventajas no traspasan el ámbito de los técnicos para llegar a las más altas autoridades que son en definitiva quienes deben arbitrar los medios y las medidas para apoyar su perfeccionamiento y difusión. Existe, además, la creencia muy generalizada de que estas prácticas de manejo sólo son apropiadas para tierras marginales, poblaciones pobres, y en áreas pequeñas porque su eficiencia está limitada por no ser modernas y no involucrar por lo menos en apariencia un nivel tecnológico alto. Sin embargo, queda demostrado fehacientemente que su aplicación es más vasta, pudiendo aplicarse a todo tipo de terrenos, y tanto a pequeñas propiedades como a grandes extensiones como pretendemos mostrarlo en este proyecto.

## 2. ANTECEDENTES.

Al sintetizar la implementación y sostenibilidad de los sistemas agroforestales en la actualidad se destaca el conocimiento técnico respecto al potencial de estos sistemas en el desarrollo de las comunidades rurales. Los sistemas agroforestales implementados en los últimos 20 años presentan avances significativos en el éxito de la producción de alimentos asociados con el manejo de especies maderables de alto valor por ejemplo *Cedrela odorata* o *Cordia alliodora*, con cultivos de arroz, maíz o yuca. También se destaca la provisión de sombra en cultivos de café, cacao y otros productos de exportación y finalmente la producción de leña extraída del bosque secundario o producida tradicionalmente en los sistemas agroforestales con técnicas mixtas denominadas plantaciones energéticas combinadas con cultivos agrícolas o praderas. La valorización de praderas naturales o mejoradas con la asociación de árboles maderables que protegen el suelo, pradera y ganado.

Las funciones atribuidas a los sistemas agroforestales, aunque puntuales o incipientes en algunos países, han sido calificadas como significativas y eficaces en la ejecución de programas de diversa índole como:

- Programas de colonización de SEDRI, en Ecuador; IBDF, en Brasil; CONIF con Corporaciones Regionales de Desarrollo, en Colombia; Dirección General Forestal, en Costa Rica; CEMELPA, en Paraguay, etc.
- Proyectos de manejo integral de cuencas hidrográficas. Como en los casos de: Omán y Choluteca, en Honduras; Río Paute, en Ecuador; Río Camacho, en Bolivia; Rro Limarí, en Chile; Programa Integrado de Cuencas Hidrográficas en Deterioro-Bosques Comunales (PRIDECU) de INDERENA, en Colombia, etc.
- Programas de recuperación de tierras. Representados, en Bolivia por el Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT); en Venezuela, por el Proyecto Costa Oriental del Lago Maracaibo; en Perú, por el Proyecto del Distrito de Tambogrande, Departamento de Piura.
- Actividades de recuperación y de aprovechamiento de zonas áridas, con esfuerzos muy importantes en Argentina, Brasil, Chile y Paraguay.[1] y [2]

Rotación de cultivos tipo taungya	Producción de árboles maderables / cultivos anuales intercalado	Cultivos anuales con árboles frutales	Árboles de sombra o enmiendas del suelo mezclados con los cultivos	Cercas vivas y / o protección contra el viento
<i>Cordia alliodora</i> + maíz, frijol o arroz (Amazonia Brasileña)	<i>Pinus ellioti</i> + soya o maíz (Argentina)	Cítricos, manzanas, papaya, mangos, etc + cultivos anuales (México)	<i>Erythrina</i> spp., <i>Inga</i> sp., <i>Albizia carbonaria</i> , <i>Cordia alliodora</i> , etc + café, banano (Colombia, Costa Rica, Ecuador)	<i>Gliricidia sepium</i> , <i>Erythrina abissinica</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , etc., alrededor de los cultivos (Colombia, México, R. Dominicana, Cuba, Guatemala)
<i>Caesalpinia velutina</i> + maíz (Guatemala)	<i>Populus</i> spp. + Maíz o papa (Argentina)		Varias especies de sombra + cacao (Panama, Belice, Nicaragua)	<i>Eucalyptus</i> , <i>Populus</i> , <i>Pinus</i> , alrededor de los cultivos (Chile, Argentina, Uruguay)
<i>Gmelina arborea</i> + maíz y frijol (México)	<i>Inga</i> spp. + Arroz o banano (Brasil)			
	<i>Eucalyptus</i> spp. + maíz (Brasil)			
	<i>Cedrela odorata</i> + maíz, arroz o caña de azúcar (Colombia)			
	<i>Spondia mombin</i> o <i>Swietenia macrophylla</i> + frijol o arroz (México)			

Tabla 1 Sistemas Agrosilviculturales en América Latina

Los sistemas agroforestales en Latinoamérica su ordenamiento en la región se ajusta a las tres categorías clásicas que se presentan de acuerdo a su clasificación y método de establecimiento de los cultivos. Diversas comunidades han implementado sistemas que mejoren las condiciones del bosque para obtener efectos beneficiosos de los ecosistemas forestales por ejemplo, un campesino podría plantar cocos, papaya, un estrato medio de bananas y cítricos, un estrato arbustivo de café, cacao y especies anuales de diferentes tamaños, tal como maíz y finalmente un cultivo de cobertura (frijol). Esta íntima mezcla de plantas, cada una con una estructura diferente, imita la estructura de un bosque mixto tropical.

En el trópico asiático, han practicado un sistema complejo y a veces un tipo sofisticado de agricultura migratoria. Se destaca el objetivo del bosque para su uso agrícola, y se dejan deliberadamente árboles de importancia ecológica, social y económica, los cuales al final de la estación de cosecha, proveen, una cobertura parcial con el nuevo follaje<sup>1</sup>, con la finalidad de prevenir la exposición excesiva del suelo al sol. En este sistema agrícola, los árboles forman parte indispensable, ya que se establecerán y conservarán del bosque original para proveer alimento, medicinas, maderas para la construcción y cosméticos. En África, la situación es un poco diferente, por ejemplo; al Sur de Nigeria, el ñame (*Oxalis tuberosa*), el maíz, la calabaza y los frijoles crecen bien bajo árboles dispersos. Los Yoruba del Oeste de Nigeria, han practicado un sistema intensivo de mezcla de herbáceas, arbustos y árboles, esta tribu piensa que este sistema es un medio de conservar la energía humana, haciendo uso completo del limitado espacio, ganado a los bosques, también expresan que

<sup>1</sup> Follaje es un término que toman los botánicos para designar al conjunto de las ramas y de los tallos cargados de hojas abiertas, de flores y de frutos, en cuyo sentido son muy enérgicas y expresivas.

este sistema, ayuda a mantener la fertilidad del suelo y a prevenir la erosión y la lixiviación de nutrientes.[3]

En Colombia, la política económica y ambiental ha incentivado el desarrollo de sistemas productivos agrícolas y ganaderos, de las cuales la que más predominan son las tierras destinadas a la ganadería, se dice que la implantación de sistemas puros, la tierra se encuentra subutilizada. En estas circunstancias, el país, puede tener una oportunidad de investigación e implementación de proyectos agroforestales sostenibles en el tiempo.

La participación del sector forestal en la economía colombiana se refleja en dos sectores, la silvícola y el manufacturero. El sector silvícola incluye la producción derivada del aprovechamiento de los bosques, la reforestación y los productos como látex, goma, resina corteza, madera en bruto y leña. El sector manufacturero abarca la transformación de la madera, los procesos productivos, la generación de bienes comerciables como muebles y el conjunto industrial conformado por la producción de pulpa, papeles y cartones. [4] En Colombia, se encontró que aunque existe la práctica de la agroforestería desde hace varias décadas, por ejemplo en los cultivos de café, cacao y caucho.[5]

En la Amazonía colombiana, la deforestación iniciada en los años 50 ha sido reconocida como una de las principales causas de la degradación del ecosistema amazónico. Esta intervención antrópica auspiciada por políticas estatales, dio paso a la implementación de pasturas para la ganadería, proceso que ha sido denominado por algunos autores como la "potrerización de la Amazonia", es un fenómeno que ocasiona pérdida de servicios ecosistémicos y consecuentemente bajos indicadores productivos de la actividad implantada. En el centro de esta problemática se encuentra el ganadero, señalado por muchos, como el único responsable. Sin embargo, es necesario generar un movimiento que promueva alternativas de cambio y en el que participen los sectores académicos, los representantes de los gremios de productores y las entidades estatales, para formular políticas sostenibles de cambio. La agroforestería y, específicamente, los sistemas silvopastoriles (cercas vivas, árboles dispersos en potreros, bancos de forraje, manejo y enriquecimiento de rastrojos) se perciben como prácticas que ayudan a la reorientación de los sistemas ganaderos tradicionales hacia sistemas productivos sostenibles y amigables con el entorno.[6]

La Orinoquía colombiana ha sido tradicionalmente utilizada en sistemas de ganadería extensiva, de cría y levante, con pasturas de baja calidad nutritiva; ya que presenta limitaciones para los usos agrícolas intensivos debido principalmente a los escasos niveles de fertilidad en los suelos, pobreza en materia orgánica y elevada acidez, por tanto los suelos de la región han sido percibidos como un recurso relativamente abundante para el sector productivo, que adquiere cada vez mayor importancia en la economía de la región. [7]

## 2.1 ANTECEDENTES DEL MUNICIPIO.

Para el Municipio de Turmequé en el Departamento de Boyacá - durante los últimos cinco años - ha demostrado el decremento del medio ambiente y de la comunidad del municipio de Úmbita, cerca del páramo de Guachenequé, en las veredas Nueve Pilas, Chuscal, Molino y Jupal, tras la situación que la empresa Ubrajo (Colombia) implemento para ejecutar actividades de extracción de minerales con el permiso de la autoridad ambiental (Corporación Autónoma Regional de Chivor - Corpochivor), en este tiempo la comunidad logró la suspensión de la extracción dadas la cantidad de quejas debido a que se estaban afectando las fuentes hídricas de la zona. Una vez la empresa entregó los documentos legales se concedieron los permisos correspondientes.

Según visita realizada en marzo de 2011, se alertó a la comunidad que en una bocamina - para prevenir que las aguas se infiltran hacia el interior de un inclinado de la mina- se desvió el cauce de la fuente. El reporte de la situación dio avances frente a las afectaciones moderadas en la capa de suelo, la vegetación y la fauna existente y de un impacto leve por ruido y por efectos en el aire. [8]

Algunos líderes de la zona manifiestan que pese a las pruebas presentadas por los habitantes y por la misma autoridad ambiental, no se ha dado la orden definitiva del cierre de las minas. Por lo tanto se llevan a cabo actividades de protesta y movilización de las comunidades; en general más de dos mil personas dijeron no a la minería en los alrededores del páramo de Guachenequé.

En el municipio de Villapinzón por ejemplo, hay dos nacimientos y tres quebradas que están en riesgo por los trabajos mineros. A pesar de que las empresas manifiestan que todas las actividades de explotación ocurren muy lejos del páramo de Guachenequé.

En el municipio de Úmbita se ha detallado que en la explotación de carbón existen al menos cuatro núcleos familiares a menos de 100 metros de los sitios principales de extracción, y que a menos de 20 metros hay una vía de acceso a las viviendas campesinas, lo que entorpece el libre tránsito, así como el uso del trazado vial para sacar los productos de sustento diario.

También se concluye, a los socavones quedan muy cerca del páramo de Guachenequé y que, en principio, dañaron la salida de la vereda. Corpochivor (Corporación Autónoma Regional de Boyacá) tomó muestras y confirmó que un criadero de truchas murió por la contaminación, encontrando razones para cerrar las minas, pero en la noche, sin que nadie se dé cuenta, se sigue sacando carbón. [9]

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

*Como generar desarrollo rural en la vereda Pascata del municipio de Turmequé (Boyacá) a partir de una agricultura sostenible, ambientalmente sana y atractiva económicamente de tal forma que sea una alternativa viable y aceptada socialmente.*

¡Nuestra agua vale más que el oro! Es una expresión de la comunidad frente al conflicto que se presenta por la autorización y concepción para extraer minerales del sub-suelo en el año 2009 del Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas) en el municipio de Turmequé Boyacá, bajo la licencia ambiental otorgada por Corpochivor a Jesús Zambrano - persona jurídica- quien a su vez solicitó la cesión de los derechos a la empresa Varichem, empresa autorizada desde el año 2011 para explotar roca fosfórica en los municipios de Ventaquemada, Turmequé y Villapinzón, (entre otros). [10]. El conflicto que lleva varios años se ha centrado en la afectación hoy del Páramo de Guachenequé, porque los primeros estudios del proyecto -en lo que se ha considerado sea el impacto ambiental- presenta como resultado inicial de la actividad afectaciones moderadas en la capa de suelo, la vegetación y la fauna existente, así como de impacto leve por ruido y por efectos en el aire hacia la comunidad.

La actividad económica de la exploración y explotación no es típica en estos municipios, pues son conocidos por tener una población campesina dedicada a las labores de la tierra - la región es una importante productora de frutas- además de contar con actividades como la ganadería y el turismo. Dado el conflicto, la comunidad de la región en respuesta a la embestida de títulos mineros para exploración y explotación de carbón en este territorio (ya hay siete concesiones y 11 solicitudes de explotación) han decidido organizarse, por ello representantes de Nuevo Colón, Ventaquemada, Chocontá, Úmbita, Turmequé, Villapinzón, Tibaná y Miraflores (Boyacá y Cundinamarca) se reunieron para crear una asociación por la defensa del páramo de Guachenequé y de paso preservar la vocación agropecuaria y ganadera de la zona. [8]

En Colombia durante los dos últimos años se atravesó un cese de actividades a modo de protesta por parte de las principales organizaciones campesinas y los mineros artesanales, a través de este, dieron a conocer el pliego de negociación donde le exigen al gobierno nacional la implementación de medidas y acciones frente a la crisis de la producción agropecuaria, entre ellos se tiene los siguientes temas:

1. Acceso a la propiedad de la tierra.
2. Reconocimiento a la territorialidad campesina.
3. Participación efectiva de las comunidades y los mineros pequeños y tradicionales en la formulación y desarrollo de la política minera.
4. Adopción de medidas y cumplimiento de las garantías reales para el ejercicio de los derechos políticos de la población rural.
5. Se exige una inversión social en la población rural y urbana en educación, salud, vivienda, servicios públicos y vías.

Los departamentos de Boyacá y Cundinamarca tienen grandes zonas de vocación carbonífera (aunque muy inferiores a los grandes yacimientos de la Costa Atlántica), por lo tanto las comunidades necesitan claridad sobre qué va a pasar con sus fuentes de agua y con su biodiversidad, porque el páramo de Guachenequé es una reserva de vida y los habitantes están dispuestos a defender tan importante recurso. [9]

Los campesinos ante la poca rentabilidad de sus tierras que aunque aptas para la acostumbrada agricultura, debido a la actividad minera, se han visto en la necesidad de vender sus tierras y dedicarse a hacer algo de lo que no tienen conocimiento para que su calidad de vida no se vea afectada o en el peor de sus casos a abandonarlas. Con la situación actual es importante crear un mecanismo de cultura y desarrollo social en las zonas rurales del municipio de Turmequé, especialmente aquellas que son susceptibles o se encuentran en los alrededores de las zonas para la exploración y explotación de diferentes minerales, con el fin de preservar los recursos y el medio ambiente contribuyendo a que la comunidad logre una sostenibilidad a largo plazo y aprovechar los beneficios que el gobierno está otorgando. [11]

Dadas las condiciones ambientales del municipio de Turmequé, se distinguen zonas de páramo de gran importancia para la conservación de recursos naturales y ambientales, siendo consideradas como zonas de alta fragilidad que requieren además de protección especial, una alternativa de desarrollo armónico con el ambiente, incentivando en la población actividades productivas tecnificadas que fortalezcan los niveles de calidad vida.

Es evidente que cada una de las deficientes prácticas de producción y de disposición de residuos, tiene una relación con la ausencia de una conciencia ambiental que haya sido promovida por la formación en sustentabilidad y sostenibilidad ambiental, la educación ambiental debe ser promovida como una prioridad ya que el sistema económico y social del municipio tiene alta dependencia de los recursos naturales.

Lamentablemente la acción antrópica con las quemadas, tala y potrerización produce cambios severos en la cubierta vegetal, dando como resultado la homogeneización con las consecuentes pérdidas de diversidad, rompimiento de controles biológicos y cadenas tróficas, desequilibrio en el ecosistema igualmente, por esta dinámica (actividad antrópica), muchas especies propias del páramo se han visto afectadas tanto por la presión de la caza, como por el agotamiento de su alimentación. [12]

*Existe la necesidad de establecer una agricultura alternativa que potencialice lo orgánico, establezca criterios de unidad entre intereses económicos y alimentarios con la preservación del medio ambiente y sus recursos en la zona rural de Pascata, municipio de Turmequé Boyacá.*

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema agroforestal para mejorar las condiciones ambientales y socioeconómicas en la zona rural de la vereda Pascata del Municipio de Turmequé en el departamento de Boyacá.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Identificar las características geográficas y ambientales a través del análisis de información de cartografía y ambiental para la zona rural de la vereda Pascata del Municipio de Turmequé en el Departamento de Boyacá.
- b. Identificar las características socioeconómicas de la población a través del análisis de datos cualitativos y cuantitativos de la zona rural de la vereda Pascata del Municipio de Turmequé en el Departamento de Boyacá.
- c. Determinar el sistema agroforestal con base en las características geográficas de la zona rural de la vereda Pascata del Municipio de Turmequé en el Departamento de Boyacá.



## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS DEL MUNICIPIO DE TURMEQUÉ

Turmequé es un Municipio con población rural, en su mayoría con una alta influencia de las urbes más cercanas como Bogotá y Tunja, el aspecto económico lo constituyen principalmente tres sectores: Agropecuario, Industrial y Comercial.

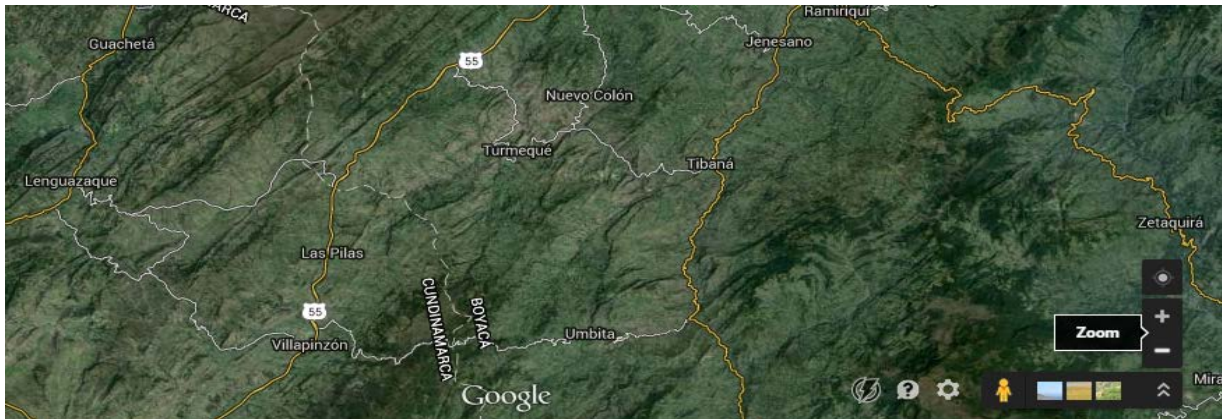
La producción agrícola es comercializada inicialmente en la localidad (plaza de mercado) y llevada posteriormente a la ciudad de Bogotá D.C. Los insumos son adquiridos por la comunidad en los puntos del agro ubicados en el centro urbano y algunos, en muy baja proporción, en los municipios vecinos de Ventaquemada y Villapinzón (algunos viajan ocasionalmente a Tunja para su adquisición).

En cuanto a la parte pecuaria, lo correspondiente a la crianza de ganado vacuno es adelantada en el área rural y algunos predios ubicados en la periferia urbana; la crianza de porcinos es un renglón importante que se ha sostenido en los últimos años aunque por su número, ha generado problemas de saneamiento básico especialmente en el área urbana, lo que llevó a su prohibición y erradicación del sector, para ser producidos únicamente en la zona rural.

#### 5.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO

El municipio de Turmequé se encuentra en el departamento de Boyacá, situado a 5 grados 18 minutos 50 segundos de latitud norte y a 0 grados 35 minutos y 10 segundos de longitud con relación al meridiano de Bogotá, y a 73 grados 30 minutos al Oeste de Greenwich, a 2.389 msnm, con temperatura promedio de 14 °C. Está a una distancia de 45 km de Tunja. Este municipio limita al occidente con Ventaquemada, al oriente Úmbita, al norte con Nuevo Colón y al sur con Villapinzón. [12]

Se encuentra junto al cerro de pozo negro y cerca al páramo de Guachenequé donde nace el río Bogotá. Extensión total: 106 Km<sup>2</sup>, Extensión área urbana: 4 Km<sup>2</sup> y Extensión área rural: 102 Km<sup>2</sup>. Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2300 msnm.

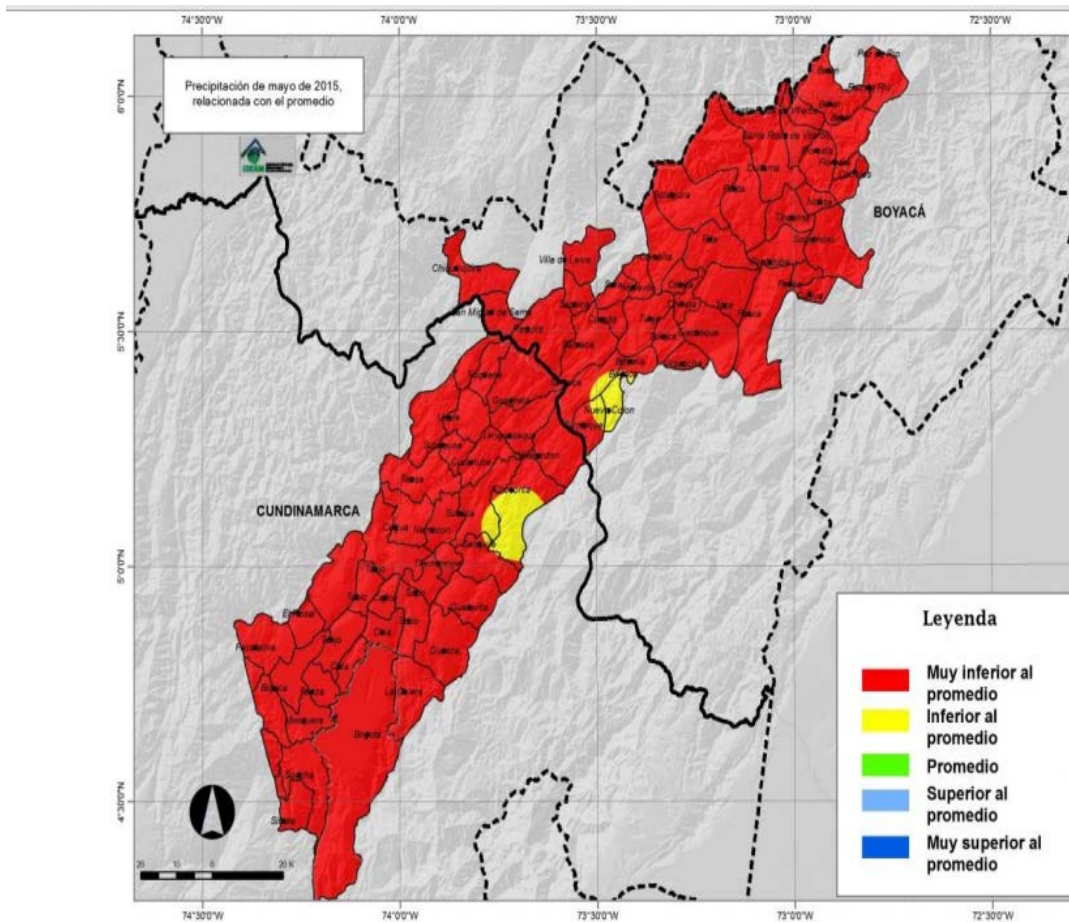


*Ilustración 1 Ubicación del Municipio. Tomado de Google Maps 2015.*

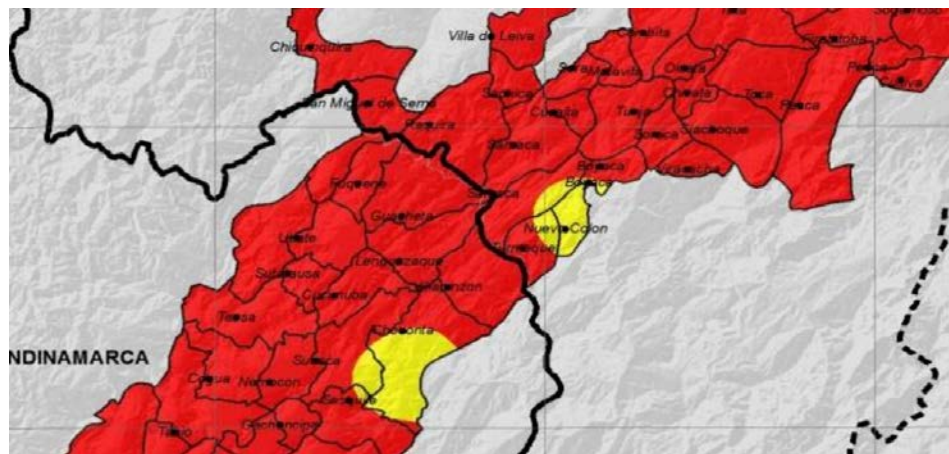
### 5.1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL MUNICIPIO

Por deducción, basada en factores climáticos como elevación, topografía, vegetación y localización geográfica puede afirmarse que Turmequé tiene dos pisos térmicos de los cuales 89 km<sup>2</sup> corresponden al piso frío y 17 km<sup>2</sup> al paramo.

La temperatura media estimada puede ser de 15º Celsius y la precipitación Media anual es de 856.5 milímetros mm, esta si calculada para el periodo 1957-2007. Sim embargo, a diferencia de lo que se presenta comúnmente en textos y registros, el clima no es simplemente la temperatura y la precipitación, y además, estos datos deberían ser medidos en un largo período para poder determinar el clima con precisión. [13]



*Ilustración 2 Datos Climáticos en la Zona Cundiboyacense. Mayo 2015*



*Ilustración 3 Anomalías de las lluvias del mes de Mayo con relación al promedio histórico (1981-2010)*

En este sentido, Turmequé tiene un régimen de precipitación mono modal (esto significa que tiene solamente un máximo bien definido en el año, prácticamente entre abril y noviembre), a diferencia de la mayor parte de la región central andina, que acusa dos temporadas húmedas y dos secas (lo que impropiamente lo mencionan como “invierno” y “verano”) y por ello se define como de régimen bimodal.

El mes más seco es Enero, junto con diciembre y febrero, una temporada bien seca. Marzo puede considerarse como un mes de transición entre los meses secos y la temporada lluviosa, que se insinúa en el mes de Abril y que tiene su máximos en Julio, aunque Mayo y Junio (coincidentalmente con el mismo valor promedio) son bastante lluviosos. Es conveniente tener en cuenta esta distribución para efecto de programar la construcción de obras, eventos al aire libre y actividades en las cuales la lluvia influye negativamente. También para la siembra, desarrollo y cosecha de los cultivos estos datos pueden orientar de una manera general.

En Junio 2015, comienza un descenso en las precipitaciones, dando paso a la temporada seca de mitad de año. Las abundantes lluvias de mayo, se reducen al menos en un 50%. Los promedios oscilan entre 40 y 60 mm mensuales y se distribuyen de manera similar en cada una de las décadas, con entre 15 y 20 mm. Decadarios. Lluve entre 10 y 14 días al mes. Los municipios con lluvias mayores a 20 mm decadales, se localizan sobre la zona oriental, en Soracá, Viracachá, Ventaquemada y Turmequé en Boyacá y en Chocontá, Sesquilé, Guatavita y Guasca en Cundinamarca. De acuerdo con la predicción climática, la lluvia estaría por debajo de lo esperado. [13]

### 5.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MUNICIPIO

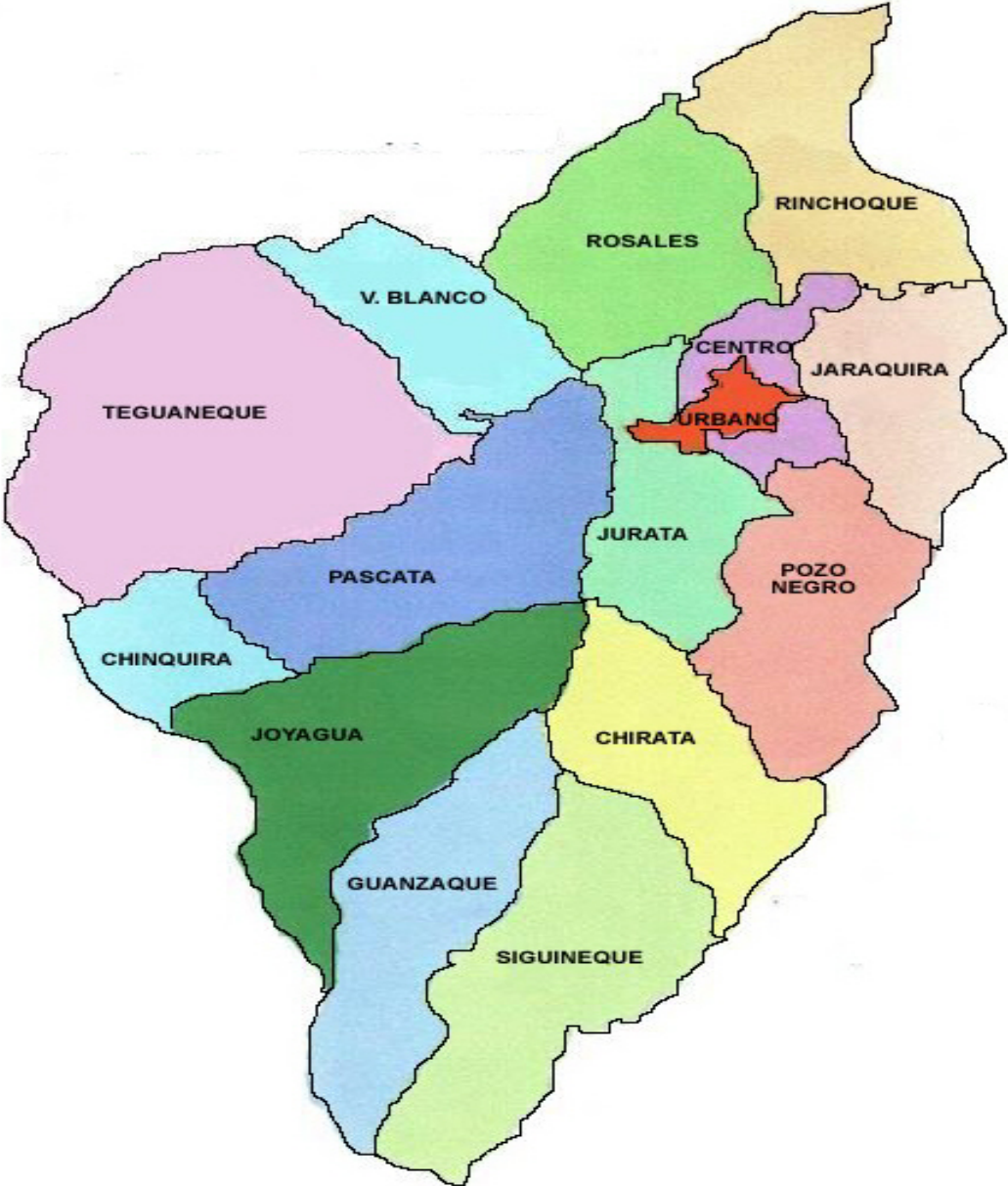
En el primer diagnóstico ambiental realizado por la cabecera municipal, en aras de consolidar el ordenamiento territorial del municipio, el estudio se fundamentó principalmente en la participación ciudadana con asistencia y participación a varias reuniones conjuntamente con la administración. Su objetivo principal fue establecer las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del municipio en consideración con el desarrollo rural proyectado a años venideros.

Con base en el estudio se definieron las variables claves de desarrollo y sus impactos en el tiempo:

- a. La construcción de los escenarios de estas variables
- b. La formulación de las políticas, programas y proyectos a desarrollar en función de las variables seleccionadas.
- c. Reglamentación del uso del suelo.



Para el estudio en referencia, se tomó en cuenta la división político administrativa territorial del municipio correspondiente a trece veredas y un centro Urbano, cuya extensión (ajustada al cálculo por predial) y límites se presentan en el siguiente cuadro:



*Ilustración 4 División Política del Municipio de Turmequé*

VEREDA	EXTENSION Km2	LIMITES
Rinchoqué	6.84	N : Municipio Ventaquemada
	*5.40	S : Centro
		Or : Municipio Nuevo Colón
		Oc : Rosales
Rosales	6.53	N : Municipio Ventaquemada
	*5.9	S : Centro y Páscata
		Or : Rinchoqué
		Oc : Volcán Blanco
Volcán Blanco	5.75	N : Municipio Ventaquemada
	*3.6	S : Páscata
		Or : Rosales
		Occ : Teguanequé
Teguanequé	16.2	N : Municipio Ventaquemada
	*12.6	S : Chinguirá y Páscata
		Or : Volcán Blanco
		Oc : Municipio Villa Pinzón
Páscata	8.09	N : Volcán Blanco, Rosales
	*7.0	S : Joyaguá, Chiratá
		Or : Centro y Juratá
		Oc : Chinguirá, Teguanequé
Chinguirá		N : Teguanequé
	*2.3	S : Joyaguá
		Or : Páscata
		Oc : Municipio Villa Pinzón
Joyaguá	14.1	N : Páscata y Chinguirá
	*7.4	S : Guanzaqué
		Or : Chiratá
		Oc : Municipio Villa Pinzón
Guanzaqué	10.96	N : Joyaguá
	*6.1	S : Siguinequé
		Or : Chiratá
		Oc : Municipio Villa Pinzón
Siguinequé	9.4	N : Guanzaqué
	*7.7	S : Municipio Úmbita
		Or : Chiratá y Municipio Úmbita
		Oc : Guanzaqué
Chiratá	4.85	N : Juratá y Páscata
	*5.1	S : Municipio Úmbita
		Or : Pozo Negro

VEREDA	EXTENSION Km2	LIMITES
		Oc : Guanzaqué, Joyaguá y Siguinequé
Juratá	3.5	N : Centro
	*4.10	S : Chiratá
		Or : Pozo Negro
		Oc : Páscata
Jaraquirá	5.4	N : Municipio Nuevo Colón
	*4.1	S : Municipios Pozo Negro y Nuevo Colón
		Or : Centro
		Oc : Municipio Nuevo Colón
Pozo Negro	6.7	N : Centro y Jaraquirá
	*5.4	S : Municipio Úmbita
		Or : Tibaná
		Oc : Juratá
Centro	3.55	N : Rinchoque y Rosales
	*2.3	S : Municipios Juratá y Pozo Negro
		Or : Jaraquirá
		Oc : Juratá

*Tabla 2 Variables geográficas de las veredas en el Municipio de Turmequé.*

Se presenta el estudio del programa agropecuario de desarrollo en ese año, el cual permite establecer metas claras para mejorar las condiciones de vida del sector rural, enmarcado en actividades de socialización y análisis de la situación socioeconómica, tales como:

1. *Ampliar la cobertura de la asistencia técnica*, se busca incentivar la participación de nuevos líderes con la participación de los estudiantes del colegio agrícola de Teguanequé para profundizar en temas como la transferencia de tecnología, adecuación de tierras, prevención de enfermedades, parcelas demostrativas, granjas experimentales, mejoramiento de razas pecuarias, fomento de riegos, manejo de fincas integrales y dictar cursos de capacitación en colaboración con Entidades Nacionales.
2. *Se promoverá la creación de cooperativas que comercialicen los productos agrícolas y pecuarios de la localidad*, vinculando al grande, mediano y pequeño productor.
3. Con el apoyo del Sena se impulsará la creación de empresas agroindustriales, que den empleo y mejoren el ingreso familiar.
4. *Se realizaran obras de remodelación y mantenimiento de los distritos de riego ubicados en las veredas de Chiratá, Juratá, Pozo Negro, Rosales, Pascata entre otros*, que permitan un mejor uso del agua y un beneficio a la población activa en el sector agrario.

### 5.1.4 CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL MUNICIPIO

La distribución de la población en el municipio se caracteriza por ser esencialmente rural, sector en el cual se ha asentado la mayor parte de la población como se observa en el cuadro *Resultados Censo General 2005*. [14] Sin embargo, aunque esta tendencia se ha mantenido, sí se puede apreciar una leve disminución de población en el sector rural y aumento en la zona urbana, que vale la pena considerar. [15]

<b>RESULTADOS CENSO GENERAL 2005</b>	
<b>Población censada después de compensada por omisiones de cobertura geográfica y contingencia de transferencia</b>	
<b>Turmequé (Boyacá)</b>	
<b>Población</b>	<b>7,347</b>
Cabecera	2,384
Resto	4,963
Hombres	3,702
Mujeres	3,645
<b>Hogares</b>	<b>2,109</b>
<b>Viviendas</b>	<b>2,304</b>
<b>Unidades Económicas</b>	<b>308</b>
<b>Unidades Agropecuarias<sup>1</sup></b>	<b>1,405</b>

<sup>1</sup>. Unidades asociadas a vivienda rural

*Tabla 3. Índice de población por municipio. Encuesta DANE 2005*

La información más reciente del censo de la población por parte de la alcaldía, se establece que: Habitantes en el municipio Total: 7777  
 No. Habitantes Cabecera: 2261  
 No. Habitantes Zona Rural: 5516

De los cuales se tienen clasificados por la Edad [16]:

<b>Distribución etárea</b>						
<b>Rangos de edad</b>	<b>&gt;1 año</b>	<b>1-4</b>	<b>5-14</b>	<b>15-44</b>	<b>45-59</b>	<b>&gt;60</b>
<b>Total por edad</b>	326	626	1463	3127	1030	1196
<b>Porcentaje</b>	4,19	8,05	18,81	40,21	13,24	15,38

**Distribución por sexo:**

**No. Hombres:** 3840

**No. Mujeres:** 3937



Tabla 4 Información del Municipio. Fecha de Consulta 15 de Junio de 2015.

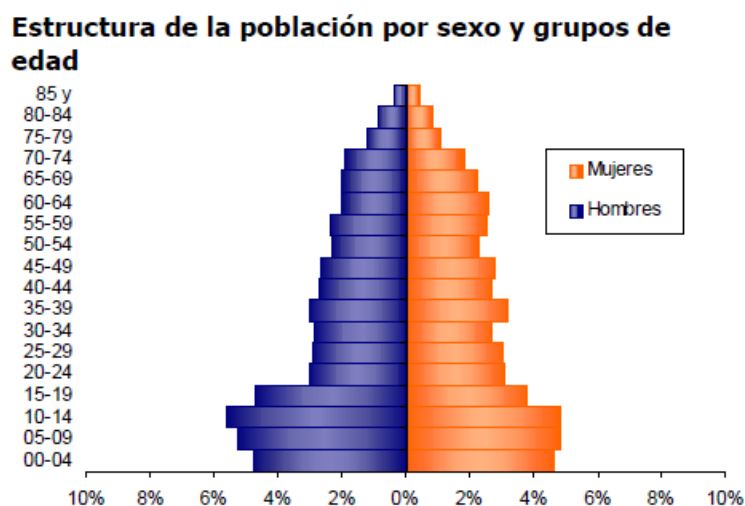


Tabla 5 Estructura de la población por Sexo y Grupos de Edad año 2005.

Para establecer un análisis comparativo se tiene en cuenta los datos poblacionales del municipio en el año 1998[15]:

<b>Menor de 1</b>	198	2
<b>Entre 1 y 4</b>	965	7
<b>Entre 5 y 14</b>	2.846	22
<b>Entre 15 y 44</b>	5.677	44
<b>Entre 45 y 59</b>	1.706	13
<b>60 y más</b>	1.605	12
<b>TOTAL</b>	12.997	100

Tabla 6 Datos por Edad de la Población.

Información Histórica del DANE año 1998.

Al realizar una comparación de los datos de y en primera instancia, el análisis inicial establece que el mayor porcentaje de población del municipio concentrada por rangos de edad está en la primera infancia y de adulto mayor. La población intermedia entre los 20 y 45 años disminuyó lo cual evidencia el desplazamiento que se produce hacia la ciudad, afirmaciones que manifiestan la necesidad de establecer nuevas estrategias de desarrollo económico y social para el municipio.

Para análisis del municipio, se establece la comparación histórica entre los años 1963, 1973, 1985, 1993 y 2005, del cual se concluye que conforme va pasando el tiempo se presenta una disminución en la población que se encontraban en el área rural, frente al total de

número de personas censadas. Se identifica entonces, un fenómeno de crecimiento urbano, que se explica como consecuencia del mejoramiento de las condiciones de vida en esta zona, lo que ha generado la migración del sector rural hacia la cabecera municipal.

MUNICIPIO	1963	1973	1985	1993
BOYACA	7.671	6.974	6.521	6.112
CIENEGA	5.498	6.645	6.249	6.047
JENESANO	8.326	7.701	7.609	7.396
NUEVO COLON	4.803	5.436	6.231	5.683
RAMIRIQUI	9.427	8.360	10.011	13.305
RONDON	5.107	4.966	4.469	3.320
TIBANA	12.114	10.867	11.851	10.652
TURMEQUE	10.286	8.804	8.369	10.554
UMBITA	9.879	8.559	10.256	10.250
VIRACACHA	4.667	4.492	4.617	4.009

*Tabla 7. Anuario Estadístico de Boyacá y Censos del DANE.*

*Información Histórica del DANE año 1998.*

En cuanto a la distribución veredal de la población de Turmequé, solo se tiene en referencia el año 1999, del cual, se concluye que el mayor número de personas se encuentran viviendo en la vereda de Teguanequé (1.524 habitantes), Pozo Negro (1.244 habitantes) y Joyaguá (1.029 personas), lo que representan una participación del 12%, 9,8% y 8,1% respectivamente.

VEREDA	No.	%
CENTRO	2.265	17,8%
TEGUANEQUE	1.524	12,0%
POZO NEGRO	1.244	9,8%
JOYAGUA	1.129	8,9%
SIGUENEQUE	929	7,3%
PASCATA	875	6,9%
CHIRATA	737	5,8%
GUANZAQUE	837	6,6%
RINCHOQUE	712	5,6%
JURATA	586	4,6%
JARAQUIRA	457	3,6%
ROSALES	457	3,6%
CHINQUIRA	532	4,2%
VOLCAN BLANCO	432	3,4%
<b>TOTAL</b>	<b>12.716</b>	<b>100,0%</b>

*Tabla 8 Análisis de Población por Veredas Año 1998.*

### 5.1.5 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DEL MUNICIPIO

En Colombia, desde hace más de 10 años, como un instrumento de medición del manejo que los alcaldes y gobernadores les dan a las finanzas públicas, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) comenzó a elaborar el ranquin de desempeño fiscal en una escala de 0 a 100.

Se presentan a continuación los resultados del desempeño fiscal de los departamentos y municipios para la vigencia 2013, de conformidad con lo establecido en la Ley 617 de 2000 y según los criterios de valuación establecidos por la DDTS del DNP, y según los criterios de evaluación establecidos por la Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible del Departamento Nacional de Planeación.[17]

Departamento	Municipio	Autofinanciamiento gastos de funcionamiento 1/	Respaldo del servicio de la deuda 2/	Dependencia transferencias y regalías 3/	Generación de recursos propios 4/	Magnitud de la inversión 5/	Capacidad de ahorro 6/	Indicador de desempeño Fiscal 7/
Huila	Isnos	43,45	0,00	86,58	46,99	93,84	47,86	68,47
Tolima	Ambalema	72,58	0,00	62,99	60,21	80,23	24,65	68,45
Risaralda	Quinchía	65,42	3,14	83,63	53,28	93,05	42,26	68,38
Caquetá	San José del Fragua	38,76	7,17	85,54	49,22	92,00	54,22	68,37
Córdoba	Puerto Libertador	70,27	0,00	93,30	67,69	94,00	31,71	68,30
Caquetá	Puerto Rico	74,30	0,00	86,94	68,60	90,04	28,54	68,29
Nariño	Samaniego	55,79	0,00	83,40	43,44	94,33	46,69	68,29
Antioquia	Guatapé	58,70	54,20	30,25	70,81	83,23	39,34	68,27
Cundinamarca	Jerusalén	64,44	0,91	51,89	31,39	90,41	32,51	68,25
Antioquia	Sopetrán	73,26	6,36	61,13	60,41	79,72	29,23	68,25
Huila	Campoalegre	63,44	17,27	73,21	62,53	86,89	44,28	68,25
Atlántico	Tubará	58,38	0,00	76,69	64,77	80,23	32,33	68,23
Tolima	Cajamarca	55,70	0,00	75,00	47,37	84,71	44,01	68,23
Meta	Puerto Rico	51,90	0,00	85,63	42,65	90,76	53,14	68,21
Magdalena	Sitionuevo	38,22	0,00	90,36	43,04	93,30	54,73	68,20
Valle Del Cauca	Florida	58,99	4,91	78,05	79,93	81,22	22,12	68,18
Valle Del Cauca	Restrepo	56,57	0,27	79,14	69,93	83,83	25,27	68,14
Boyacá	Campohermoso	47,26	1,87	70,86	26,70	90,75	56,47	68,11
Bolívar	El Carmen de Bolívar	42,98	0,00	85,01	52,56	95,47	36,39	68,11
Caldas	Pensilvania	59,68	0,23	82,54	60,42	90,64	31,09	68,11
Cundinamarca	Sasaima	65,12	2,50	66,02	54,74	79,47	34,24	67,99
Boyacá	Turmequé	53,01	0,00	72,47	39,38	89,39	43,26	67,99
Boyacá	Chivatá	39,29	0,00	69,53	25,43	88,01	56,34	67,98
Valle Del Cauca	Cartago	63,93	12,28	77,89	85,37	82,13	22,51	67,96
Risaralda	Pueblo Rico	51,78	0,00	80,96	48,60	90,32	40,90	67,94
Guaviare	San José del Guaviare	63,65	4,04	89,00	64,48	90,83	36,56	67,94

Tabla 9 Desempeño fiscal de los departamentos y municipios 2013. Informe del Departamento Nacional de Planeación (Artículo 79 Ley 617 de 2000).

En el ranking anterior, el municipio obtuvo en su indicador municipal 67.99% del año 2013 con respecto a la gestión que realiza el alcalde con los recursos públicos a su disposición. Lo importante es que el municipio avanza con políticas de generación de recursos propios, que aunque se encuentran en un porcentaje menor a los recursos por regalías y el estado hacen parte integral del recurso de sostenimiento, además cuenta con recursos provenientes de inversión pública y privada que permite mejorar las políticas agrarias, comercialización y actividades industriales como la explotación minera.

Se presenta a continuación la relación de los recursos provenientes por autofinanciación y crédito destinado a la atención en servicios de salud y menores de 5 años, metas institucionales de atención para el periodo 2012-2016.



**DNP** Departamento  
Nacional  
de Planeación

SISTEMA GENERAL DE PARTICIPACIONES - SGP  
DOCE DOCEAVAS 2014  
ASIGNACIONES ESPECIALES  
Pesos Corrientes



Fuente: Grupo de Financiamiento Territorial - DIFP

Fecha Reporte: miércoles, 04 de febrero de 2015

Código Municipio	Departamento	Municipio	Alimentación Escolar	Ribereños	Resguardos Indígenas	Fonpet
15790	BOYACA	TASCO	27.404.959	-	-	-
15798	BOYACA	TENZA	11.274.945	-	-	70.065.989
15804	BOYACA	TIBANA	40.655.349	-	-	-
15806	BOYACA	TIBASOSA	22.736.543	-	-	-
15808	BOYACA	TINJACA	13.493.859	-	-	-
15810	BOYACA	TIPACOQUE	20.932.477	-	-	-
15814	BOYACA	TOCA	45.787.577	-	-	162.142.918
15816	BOYACA	TOGUI	23.472.719	-	-	-
15820	BOYACA	TOPAGA	13.292.448	-	-	-
15822	BOYACA	TOTA	36.826.752	-	-	-
15832	BOYACA	TUNUNGUA	4.643.729	-	-	59.928.409
15835	BOYACA	TURMEQUE	30.795.450	-	-	135.460.417
15837	BOYACA	TUTA	38.806.381	-	-	143.617.176
15839	BOYACA	TUTAZA	11.539.865	-	-	-
15842	BOYACA	UMBITA	36.464.422	-	-	-
15861	BOYACA	VENTAQUEMADA	53.360.734	-	-	196.286.954
15879	BOYACA	VIRACACHA	12.774.027	-	-	-
15897	BOYACA	ZETAQUIRA	22.772.961	-	-	-

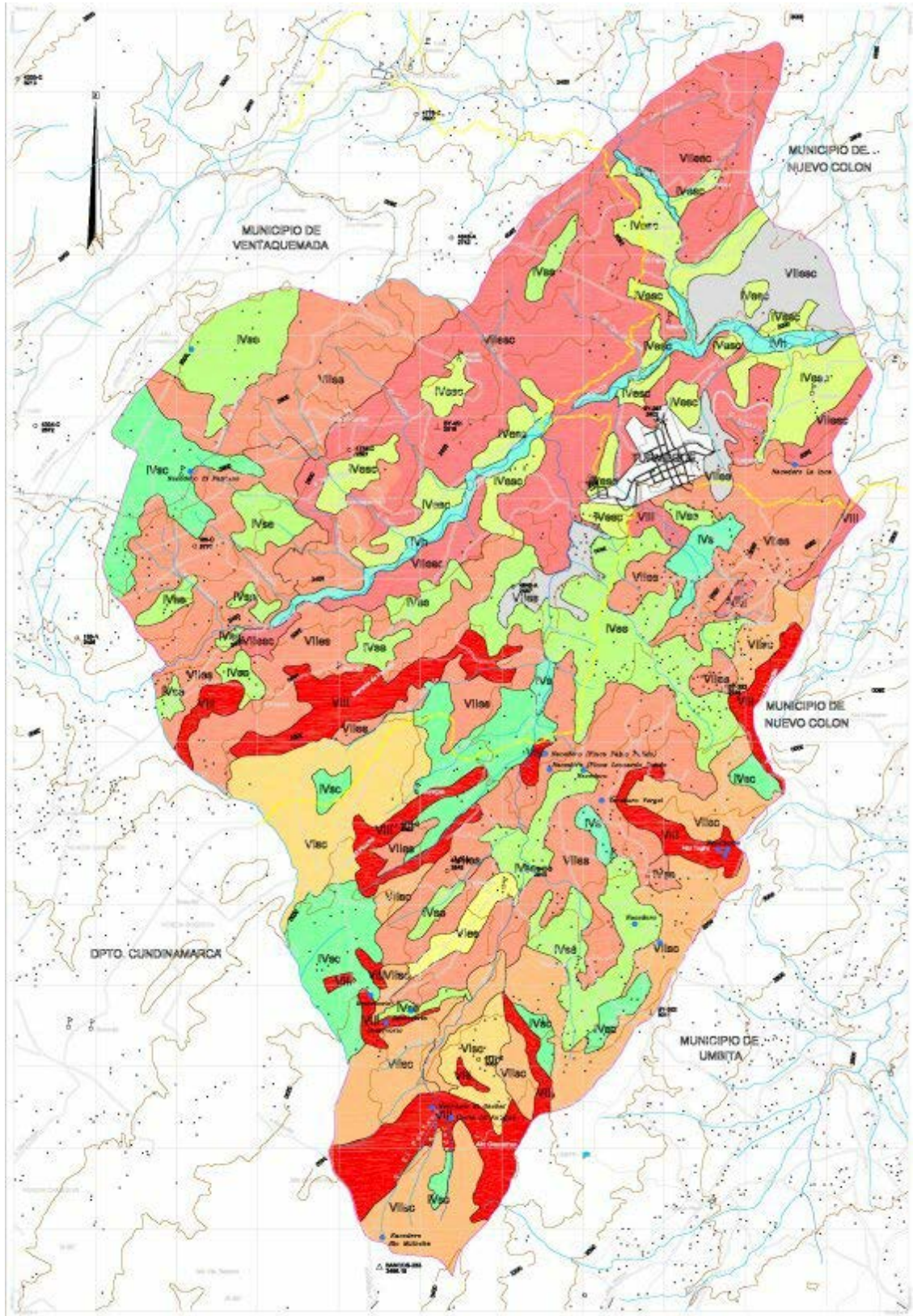
*Tabla 10* Grupo de Financiamiento Territorial DIFP Informe del Departamento Nacional de Planeación.  
Actualización el 4 de febrero de 2015.

### 5.1.6 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL MUNICIPIO

En el sector afloran rocas sedimentarias de carácter marino y continental que abarcan desde el Cretáceo, Terciario y Depósitos Cuaternarios, pertenecientes a las cuencas de los Farallones y la Sabana de Bogotá. El material mineral que tiene el municipio se distingue los siguientes:

- a. **Formación Chipaqué (Ksch).** Nombre dado por Hubach; la unidad está constituida por Lutitas negras con intercalaciones esporádicas de calizas principalmente hacia la parte inferior alta. Intercalaciones de areniscas cuarzosas, grises claras a oscuras de grano fino, estratificados en bancs que varían de 1 a 3 metros de espesor y un nivel de carbón.
- b. **Formación Plaeners. (Ksg2).** Está constituida por una alternancia de limolitas síliceas, lutitas y areniscas de grano fino, estratificadas en bancos de pocos centímetros a 5 m de espesor.
- c. **Formación Arenisca de Labor (Ksg1) :** Está constituida por areniscas cuarzosas, gris claro a blanco amarillento, de grano fino a grueso, friables, subangulares y matriz arcillosa; con intercalaciones delgadas de lutitas y limolitas síliceas de color amarillo ocre.
- d. **Formación Guaduas (Ktg).** El término Guaduas fue empleado por primera vez por Hettner, A. (1892) para designar todos los sedimentos que en la región de la Cuenca de la Sabana de Bogotá se encuentran por encima del Grupo Guadalupe.
- e. **Formación Tilatá (Tst) R.** Scheibe dio el nombre de Tilatá a una formación que se halla en capas horizontales entre Tilatá y la Represa del Sisga, formada alternativamente por arcillas, arenas y capas arenosas con unos 100 m de espesor visible. En la parte inferior se encuentra un nivel de bloques de arenisca de hasta 1 metro de diámetro, embebidos en una matriz areno arcillosa, posteriormente se encuentra un nivel de arcillolitas amarillas, terminando en una unidad arcillosa con delgadas intercalaciones de niveles conglomeráticos y niveles arenosos.
- f. **Depósitos Aluviales.** Compuestos por arenas gruesas, limos y arcillas los cuales han sido transportados y depositados en llanuras aluviales por aportes de cauces secundarios y quebradas; abarcan un área de aproximadamente 250 m<sup>2</sup> en total. Se encuentran principalmente en las riberas de los ríos Albarracín y Río Muincha.
- g. **Depósitos Coluviales.** Materiales no consolidados, que en la gran mayoría se han formado por procesos de remoción en masa, compuestos por bloques angulosos a subangulosos de areniscas, calizas o limolitas síliceas; se encuentran embebidos dentro de una matriz areno arcillosa. Estos depósitos se encuentran en la parte noroccidental del centro urbano y en la Vereda Jaraquira sobre la carretera que conduce a Nuevo Colón. [18]





*Ilustración 5 Características Geográficas del Municipio.*

### 5.1.7 TECTÓNICA DEL MUNICIPIO

La tectónica presente en el área de estudio responde a un comportamiento de tipo regional de deformación de la Cordillera Oriental; los esfuerzos compresivos de estos procesos han dado lugar a una serie de pliegues anticlinales y sinclinales que presentan un eje con dirección preferencial de Noreste – Suroeste. Las estructuras observadas se caracterizan por presentar una serie de flexuras y replegamientos las cuales alcanzan buzamientos altos de hasta 80°. En el municipio se identificaron las siguientes estructuras:

- a. **Sinclinal Volcán Blanco.** Localizado hacia la parte NW del municipio de Turmequé en donde su eje tiene una dirección NE – SW; esta estructura tiene como núcleo las rocas de la Formación Plaeners y la Formación Chipaqué, es un sinclinal asimétrico en donde el buzamiento de los flancos oscila entre 25° y 70°.
- b. **Anticlinal del río Albarracín.** Esta estructura es de forma asimétrica con rocas expuestas de la formación Chipaqué. La dirección del eje es NE – SW y se encuentra erosionado; en algunos sectores se presentan depósitos aluviales acarreados por el río Albarracín.
- c. **Sinclinal de Joyaguá.** Estructura que discurre paralela a la quebrada Paila cerca de la escuela Joyaguá, es asimétrica su eje tiene una variación NNW – SSE cobija rocas de la Formación Chipaqué, Plaeners y Arenisca de Labor.
- d. **Anticlinal de Guanzaqué.** Pliegue asimétrico con dirección NE – SW abarca rocas de la Formación Chipaqué y Plaeners (Ver Mapa No. 18 Geológico). Sus flancos presentan inclinaciones que oscilan entre los 10° y los 70°.
- e. **Sinclinal de Chiratá.** Pliegue asimétrico de dirección NE – SW su eje, discurre por el sector de Guanzaqué; el buzamiento de los flancos oscila entre 35° y 67°. Abarca las formaciones Arenisca de Labor, Formación Plaeners y Formación Chipaqué.

### 5.1.8 FALLAS GEOLÓGICAS DEL MUNICIPIO

El área se encuentra sometida a una serie de esfuerzos compresivos los cuales dan como origen una serie de fallas inversas no cartografiadas a la escala de trabajo; estas fallas presentan desplazamientos de pocos metros que en su gran mayoría afectan localmente el área de estudio. En el sector se identificaron las siguientes fallas:

- a. **Falla de Rinchoqué.** Es una falla direccional, se encuentra ubicada en la parte norte del municipio, Vereda Rinchoqué, sector conocido como Horno de Caliza; su dirección es W-SE y afecta las formaciones Chipaqué y Plaeners.
- b. **Falla de Teguaniqué.** Es una falla de tipo inverso, la cual tiene una dirección NE - SW y es la encargada de poner en contacto las formaciones Plaeners con la

Formación Chipaqué sobre el margen derecho del ferrocarril del Nordeste que conduce de Tunja a Villa Pinzón, sector Occidental de la Vereda Teguaneké.

#### 5.1.9 GEOMORFOLOGÍA DEL MUNICIPIO.

Para la evaluación de cada uno de los procesos que han dado origen al relieve en el municipio de Turmequé, se tuvieron en cuenta aspectos morfo métricos, morfo gráficos y morfo genéticos, además de la litología y los rasgos estructurales que permitieron delimitar tres sectores representativos de los procesos morfológicos.

**Sector A.** Está conformado por las áreas del terreno en donde se presentan escarpes y laderas en roca, posee cimas agudas y laderas rectas. Se aprecian escarpes rocosos fuertes; el drenaje es paralelo a subparalelo poco denso. En el flanco Occidental del Anticlinal del río Albarracín se presentan procesos denudativos de tipo laminar.

**Sector B.** Hace referencia a zonas con pendientes medias que ocupan la mayor parte del municipio de Turmequé. El relieve es irregular donde se aprecian colinas formadas por la alternancia de rocas duras y blandas (intercalaciones de areniscas – arcillolitas, limolitas silíceas - arcillolitas), con crestas escalonadas separadas por valles de pendientes suaves, típico de la formación Plaeners y Chipaqué, dando como resultado crestas redondeadas. Los drenajes dendríticos a subparalelo. En este sector se han evidenciado procesos erosivos de tipo laminar en las formaciones con litología arcillosa.

**Sector C.** Áreas con pendiente baja a suave, el relieve es ondulado a plano, correspondiente a las formaciones Guaduas, Tilatá y depósitos cuaternarios (aluviales y coluviales). Son zonas propicias para cultivos; el drenaje es dendrítico; la erosión es de tipo laminar producida por el agua de escorrentía, morfo dinámicamente estos sectores se caracterizan por ser estables. Los depósitos Cuaternarios aluviales abarcan poca extensión en el área de estudio y es una unidad de origen fluvial con planicies de inundación; poseen relieve plano que en épocas de invierno fuerte se anegan fácilmente.

Los depósitos cuaternarios coluviales son unidades de origen denudacional de ladera, no consolidados, de los cuales forman parte los conos, que, al incrementar el contenido de agua, se desestabilizan con facilidad coadyuvados por el sobrepastoreo; este proceso da origen a creeps o reptación de suelos que degeneran en deslizamientos.

#### 5.1.10 FISIOGRAFÍA DEL MUNICIPIO

La fisiografía del municipio de Turmequé se distingue por presentar dos unidades topográficas. Las unidades identificadas corresponden a:

- **Valle:** Ubicado sobre la ribera del Río Albarracín, correspondiente a la zona baja del municipio, los taludes del cauce del río presentan inclinaciones suaves hacia los



lados, estrechos en forma de “U”. Esta unidad está formada por pasturas usadas para el pastoreo de ganado vacuno, con poca presencia de cultivos.

- **Montaña:** Esta unidad representa la mayor parte del territorio que se extiende desde el norte hasta encontrarse con el valle formado por el Río Albarracín, para continuar después hasta el sur del municipio en el Páramo de Castillejo. Se encuentran en estas montañas, alturas desde los 2.450 hasta los 3.200 m.s.n.m. en la zona de páramo, correspondiendo a las tres zonas de vida existentes en el municipio.

Con la fisiografía se relacionan las principales características del relieve, el cual se describe por Vereda: [19]

VEREDA	RELIEVE
Rinchoqué	Predomina el montañoso
	Zona norte escarpada con pendiente moderada
	Zona sur ondulada con pendientes moderadas
Rosales	Formación de colinas cónicas hacia el noroeste con pendientes Medias
	Formación de colinas onduladas hacia el nordeste con pendiente moderada
Volcán Blanco	Colinas cónicas erosionadas con pendientes moderadas
Teguanequé	Formación de colinas redondeadas hacia el Noroccidente con pendientes suaves
	Ondulado con pendientes moderadas hacia el Centro
	Formación de colinas cónicas con pendientes moderadas hacia el Sureste (ladera río Albarracín).
	En algunos sectores se presentan calvas de erosión
Jaraquirá	Montañoso abrupto con pendientes moderadas a altas hacia la parte nororiental del casco urbano
	Pequeñas zonas onduladas hacia el suroeste (Zona de la escuela)
Centro	Pendientes suaves a moderadas
Páscata	Formación de colinas onduladas con pequeños valles de pendientes suaves
Chinquirá	Terrenos escarpados con pendientes altas
Pozo Negro	Parte norte ondulada con pendientes suaves
	Parte oriental escarpada con pendientes altas (límites con Tibaná)
	Formación de colinas onduladas con pendientes moderadas o medias en la parte sur
Juratá	Formación de terrenos ondulados con pendientes moderadas
Chiratá	Formación de colinas onduladas de pendientes suaves a medias
Joyaguá	Formación de colinas onduladas con pendientes medias

Guanzaqué	Formación de terrenos escarpados, colinas cónicas de pendiente media a alta
Siguinequé	Formación de colinas rectas con escarpes de pendientes altas

*Tabla 11 Características del relieve por vereda.*

### 5.1.10.1 RELIEVE PREDOMINANTE

El conjunto de los elementos predominantes de la topografía provocados por repetidos movimientos tectónicos, afectados luego por un proceso intenso de erosión como consecuencia de los cambios climáticos y de la intervención del hombre, han determinado el tipo de paisaje de montañas que caracteriza el Municipio de Turmequé. Montañas cuyas altitudes varían entre los 2.200 y 3.400 m.s.n.m., con vertientes irregulares tachonadas de numerosos picachos como la Loma del Caracol, Alto de la Parroquia, Alto de la Calavera, Alto de Guanachas, Alto Togira y otros.

## 5.2 MARCO NORMATIVO FORESTAL EN COLOMBIA

El marco normativo ambiental, y especialmente el marco normativo forestal, es desordenado y las disposiciones muy numerosas, lo que determina una falta de coherencia en los conceptos jurídicos y técnicos en cuanto a definiciones, criterios y conceptos. No hay claridad acerca de la vigencia de las normas forestales, ya que no se han hecho las derogatorias expresas en las normas que modifican otras normas existentes. Esto ha generado un caos en las entidades públicas que se ha extendido a los particulares al momento del cumplimiento de requisitos y procedimientos.

En cuanto a las normas sobre inversión, en Colombia no hay suficiente seguridad jurídica para las inversiones forestales a mediano o largo plazo. El sistema jurídico ambiental en materia de aprovechamiento es perverso, pues las medidas actualmente vigentes llevan en sí mismas al particular el mensaje de que la ilegalidad es menos costosa y más viable y que no hay coacción de la ley en el momento de la sanción. Esto se debe a que el cumplimiento de la ley frente a las autoridades ambientales es de carácter regional y lleva en muchos casos a la corrupción.

En cuanto al tráfico ilícito de madera, las normas no tratan el problema de fondo, que reside en la actividad del transporte, sino que se han enfocado en la sostenibilidad del aprovechamiento. Por otra parte, no hay normas sobre organización de la cadena productiva y especialmente en cuanto a la demanda de recursos forestales. [20]

Norma	Aspectos Relevantes
Ley 99 de 1993	Se Crea el Sistema Nacional Ambiental SINA y el Ministerio del Medio Ambiente y las CAR, además en su contenido enmarca el concepto de Desarrollo Sostenible.
Ley 139 de 1995	Reglamenta El Certificado de Incentivo Forestal.

Ley 629 de 2000	Aprueba el protocolo de Kioto de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, hecho en Kioto el 11 de Diciembre de 1997.
Ley 1450 de 2011	
Decreto Ley 2811 de 1974 de la Presidencia de la República.	Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente.
Decreto 900 de 1997, del Ministerio del Medio Ambiente.	Reglamentó el certificado de incentivo forestal para la conservación.
Decreto 4944 de 2011, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.	Se reglamentan los proyectos especiales de desarrollo agropecuario o forestal de que tratan los artículos 60 y 61 de la Ley 1450 de 2011 y se establecen otras disposiciones.
Documento CONPES 2834 de 1996	Política de Bosques, define estrategias generales para propiciar el uso sostenible, la conservación y la recuperación de los ecosistemas boscosos.
Documento CONPES 3125 de 2001.	Plan Nacional de Desarrollo Forestal
Documento CONPES 3700 de 14 de julio de 2011.	Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.
Resolución 182 y 240 de 2008 del Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural	Por medio de la cual se fija el procedimiento y los requisitos para el registro de los sistemas agroforestales o cultivos forestales con fines comerciales, y se adopta el formato para la movilización

*Tabla 12 Normatividad Aplicable a la Reforestación en Colombia. Plan de Acción Institucional CORPOCHIVOR 2012-2015.*

## 6. MARCO CONCEPTUAL.

### 6.1 DEFINICIÓN DE DESARROLLO SOSTENIBLE

La definición de desarrollo sostenible compromete e involucra variables económicas ambientales y sociales en cualquier época, así surge una de las grandes preguntas e incógnitas que tiene el ser humano con respecto de sus actividades industriales:

*¿Podemos hablar de crecimiento económico sostenible?*

Para los diferentes gobiernos en cada país determina una línea de acción concreta con el fin de mitigar los efectos de estas actividades e incluirlas en sus planes de gobierno, pese a estos esfuerzos, es claro que debe ser un acuerdo global de protección y cuidado del medio ambiente con el fin de unificar y promover esfuerzos comunes en pro de mitigar la contaminación mundial a través de agendas internacionales donde se construya objetivos claros a corto, mediano y largo plazo encaminados a establecer una verdadera conciencia

acerca de la importancia que tiene la relación comunidad-medio ambiente para el desarrollo mundial. [21]

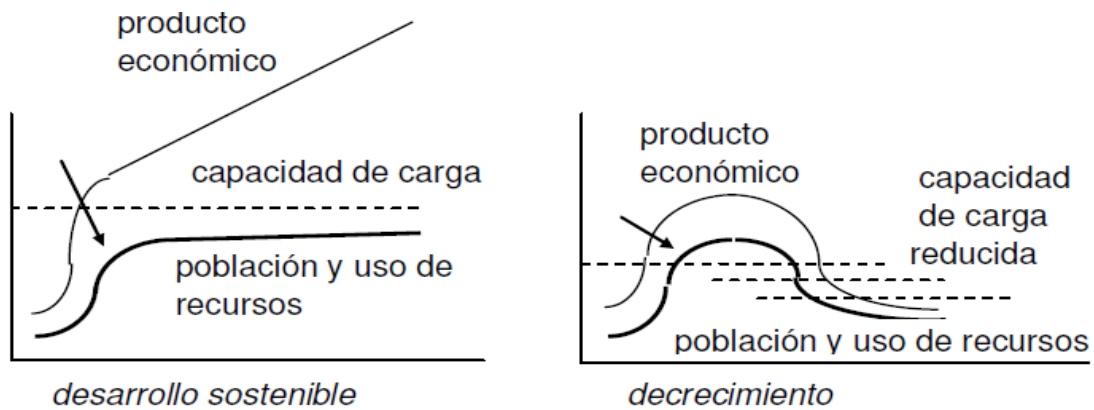
Sin embargo mientras los indicadores económicos por años han sido sistemáticamente positivos, los indicadores ambientales resultan cada vez más negativos mostrando una contaminación sin fronteras y acrecentando un cambio climático que amenaza la biodiversidad y la propia supervivencia de la especie humana, un claro ejemplo de esta situación lo enmarcó el estudio acerca de “los límites del crecimiento” que establece la brecha entre la capacidad de una producción sostenida y el crecimiento acelerado de la economía actual. En este contexto cabe mencionar el concepto de la sostenibilidad ambiental en la afirmación de Giddens al establecer que la sociedad actual debe pasar del consumo material a una sociedad comprometida con la disminución de este, es decir a una sociedad capaz de dar solución a sus necesidades básicas.[22]

A partir del informe Brundtland<sup>2</sup> ha sido muy numerosa la bibliografía y los debates existentes sobre las diferentes vertientes, aspectos o elementos (social, ecológico y económico) que se pueden considerar acerca de la idea de sustentabilidad. Según la afirmación del informe emitido en el año 1987, se establece que un desarrollo sostenible es un desarrollo que cubre las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones para cubrir sus propias necesidades. Para un desarrollo sostenible se observa diferentes puntos de vista entorno al desempeño de las economías y la solidaridad intergeneracional de la actual sociedad, es decir que las generaciones del presente logren sostenerse en el tiempo, en tanto debe permitir que las generaciones futuras puedan satisfacer sus propias necesidades. Esta restricción de conservación implica que dentro de los recursos naturales hayan algunos que sean críticos, como la conservación de la calidad del aire, del agua, la no destrucción de la capa de ozono, etc., en tanto se comprobó son soporte para la vida y como tales es imperativa su protección ya que no tienen sustitutos en nuestro planeta.

Hace más de tres décadas, el primer informe al Club de Roma sobre los límites al crecimiento predijo que, si las tendencias entonces existentes de crecimiento de la población y del capital, de uso de los recursos, de aumento de la contaminación y de degradación de los ecosistemas se prolongaban en el tiempo sin cambios sustanciales, el resultado sería una situación de translimitación en la segunda década del siglo XXI y, eventualmente, un colapso de la sociedad industrial. La revisión actualizada del informe treinta años después ha enfatizado que la humanidad está ya en una posición de translimitación. Y que, en consecuencia, el colapso es ahora más difícil de evitar. Y sus efectos más difíciles de contrarrestar, porque un nuevo equilibrio exigiría ahora una fase prolongada de decrecimiento, de des-desarrollo[23].

---

<sup>2</sup> Informe Brundtland. Es un informe que enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico actual junto con el de sostenibilidad ambiental, realizado por la ex-primer ministro de Noruega Gro Harlem Brundtland, con el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto. El informe fue elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland.



la flecha indica la estimación predominante en cada caso sobre cuál es la situación actual

*Ilustración 6 Desarrollo sostenible y Decrecimiento Industrial.*

La idea de un desarrollo sostenible enfoca el desarrollo bajo 3 supuestos:

El primer supuesto se basa en que la población, el uso de recursos y la contaminación han iniciado una transición que les llevará a estabilizarse por debajo de la capacidad de carga de la Tierra. El segundo supuesto establece que el crecimiento económico está siguiendo un camino de desmaterialización, gracias al decrecimiento relativo de sus requerimientos materiales, a la desconexión entre riqueza e impacto ambiental, y por último supone que las políticas de medio ambiente, aplicadas por las organizaciones públicas y privadas, pueden evitar la translimitación.

Bajo estos tres contextos se establece la relación actual de desarrollo sostenible - por lo que se evidencia que la población y el uso de los recursos están ya por encima de la capacidad de carga del planeta, la desmaterialización esperada sigue pendiente y, finalmente, el equilibrio entre sociedad y naturaleza - sólo podría llevarse a cabo bajo el supuesto de recuperación a una escala sensiblemente inferior a la actual, tras una reducción de la población, de la economía y del uso de recursos.

El cambio climático es considerado el efecto de las actividades industriales que amenaza el sostenimiento del medio ambiente global; según se prevé, tendrá un impacto negativo sobre la salud de los seres humanos, su seguridad alimentaria, la actividad económica, el agua y otros recursos naturales y de infraestructura física. El clima global varía naturalmente, pero los científicos concuerdan en que las crecientes concentraciones de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera de la Tierra están conduciendo a un cambio climático.

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, los efectos del cambio climático ya han sido observados, y la mayor parte de los científicos cree necesaria una

acción rápida para prevenirlos, a los tres gases más encontrados en la naturaleza a los que se les atribuye la mayor responsabilidad por el incremento de la temperatura global y de los disturbios en los patrones del clima. El efecto causado por la emisión de GEI a la atmósfera es medido por el índice de potencial de calentamiento global (GWP).

- El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Gas natural liberado como producto de la combustión de combustibles fósiles, algunos procesos industriales y cambios en el manejo de los diversos usos del suelo. Para el CO<sub>2</sub> se considera el valor base del GWP igual a 1.
- El metano (CH<sub>4</sub>). Gas emitido en la minería de carbón, rellenos sanitarios, ganadería y extracción de gas y petróleo. El CH<sub>4</sub> tiene un GWP igual a 21 (21 veces más potente que el CO<sub>2</sub>).
- El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Gas producido durante la elaboración de fertilizantes y la combustión de combustibles fósiles, y cuyo contribuyente más significativo es el sector transporte. El N<sub>2</sub>O tiene un GWP igual a 296 (296 veces más potente que el CO<sub>2</sub>). [24]

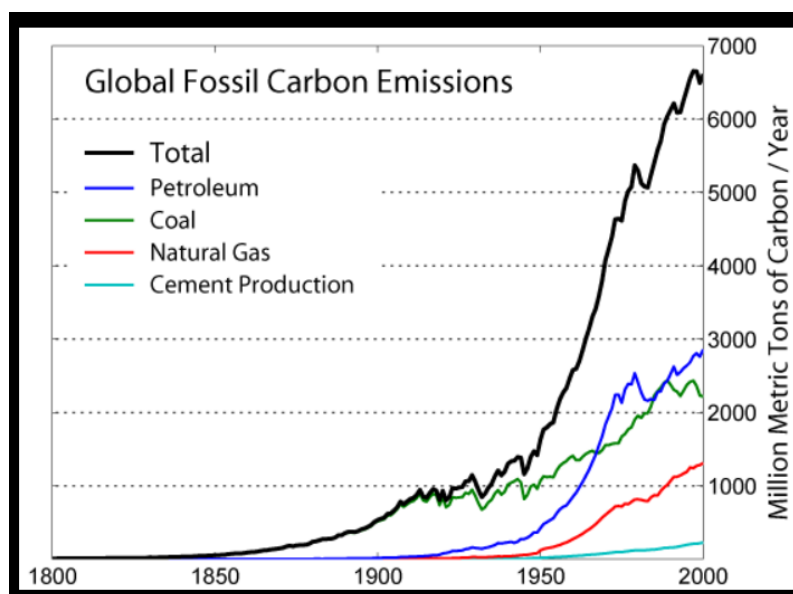


Ilustración 7 Wikipedia. Global Carbon Emission by Type. Fecha de consulta 15/06/2015.

## 6.2 CONCEPTO DE AGROFORESTERÍA

La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local.[25]

Aunque las hipótesis acerca de los beneficios de los sistemas agroforestales como esquemas productivos son múltiples, nos centraremos en su aporte a la sostenibilidad

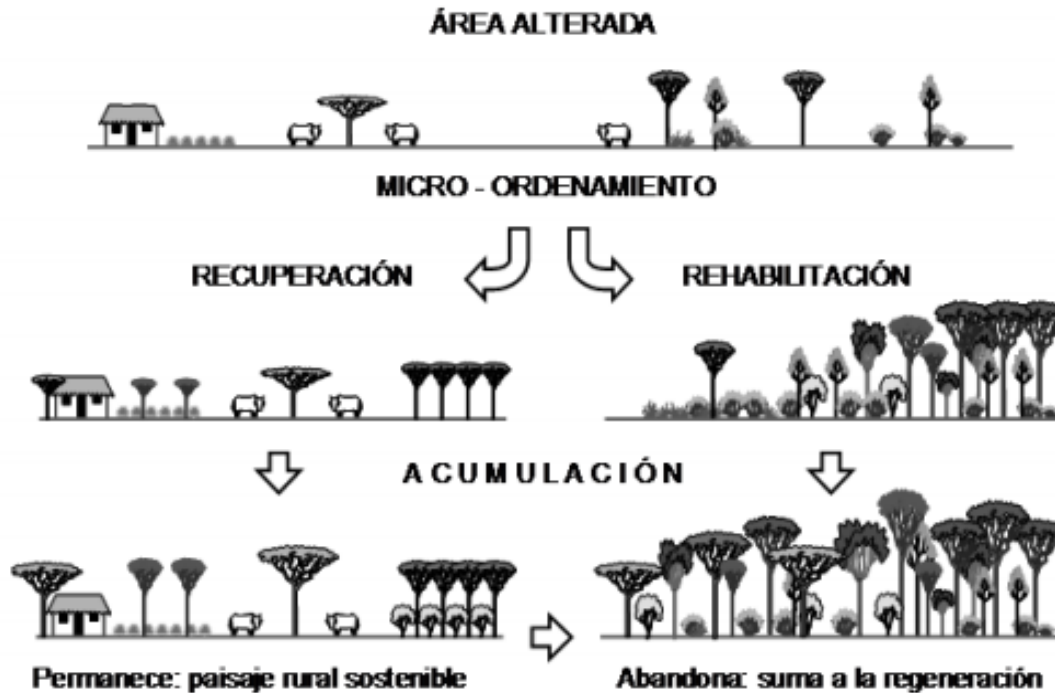
ambiental y económica por medio del aumento de la productividad gracias al aprovechamiento de los recursos, el mejoramiento en la calidad de los productos resultantes de la implementación del sistema, la reducción de los gastos en insumos y la diversificación de los productos. Éste último es uno de los pilares del desarrollo de agroforestería en pro de la sostenibilidad, ya que además de satisfacer las necesidades económicas como el autoconsumo, la diversidad de producción favorece la optimización del empleo de mano de obra de la familia, del territorio y de los recursos disponibles, promoviendo la flexibilidad en la gestión del sistema para enfrentar las circunstancias desfavorables y fortalecer las condiciones favorables.

La agroforestería está tradicionalmente relacionada con el uso intensivo de la biodiversidad en los sistemas productivos, teniendo como fundamento la integración de las actividades productivas en un mismo espacio con una organización lógica, procurando la maximización de los mecanismos de auto-regulación entre especies y la auto-recuperación de la fertilidad en los agros ecosistemas, minimizando los requerimientos de insumos externos. Además requiere de la vinculación constante de investigaciones que aporten elementos de análisis para lograr encontrar los vínculos entre las variables que hacen que cada sistema funcione, pues las condiciones no se pueden estandarizar.[5]

### 6.3 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA AGROFORESTAL

Un sistema es un arreglo o conjunto de componentes, unidos o relacionados de tal manera que forman una entidad o un todo. Es aquel sistema cuyos componentes incluyen poblaciones de plantas cultivadas y animales. Tiene características estructurales y funcionales. Estructuralmente es un diseño físico de cultivos y animales en el espacio o a través del tiempo; físicamente es una unidad que procesa ingresos tales como radiación solar, agua, nutrimentos, y produce egresos tales como alimentos, leña, fibras, etc. Un sistema agropecuario es la entidad organizada con el propósito de usar recursos naturales para obtener productos y beneficios agrícolas, forestales o animales.[26]

Un Sistema Agroforestal es un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos o animales. Un sistema agroforestal tiene los atributos de cualquier sistema: límites, componentes, interacciones, ingresos y egresos, una relación jerárquica con el sistema de finca y una dinámica.



*Ilustración 8 Restauración ecológica.*

El límite define los bordes físicos del sistema; los componentes son los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos; los ingresos son la energía solar, mano de obra, productos agroquímicos, etc.; y los egresos como madera, productos animales, frutos, cultivos, leña, etc.; los ingresos y los egresos son la energía o materia que se intercambia entre diferentes sistemas; las interacciones son las relaciones, o la energía o materia que se intercambia entre los componentes de un sistema; la jerarquía indica la posición del sistema con respecto a otros sistemas y las relaciones entre ellos.

Un ejemplo de Sistema Agroforestal (SA) de ahora en adelante es el cultivo de cafeto bajo la sombra de árboles podados periódicamente. Los componentes son el cafeto y los árboles, que se encuentran dentro del límite del lindero de la asociación. Los ingresos o entradas incluyen agua, energía solar, fertilizantes y mano de obra. Los egresos o salidas incluyen las cosechas de café y la leña y madera resultante de la poda de los árboles y de los cafetos. Son interacciones el reciclaje de nutrientes de la hojarasca de los árboles al suelo, y la sombra de los árboles sobre el cafetal, entre otras. La dinámica del sistema podría incluir cambios en la densidad de los árboles, la periodicidad y densidad de la poda, en el tipo de cultivos asociados y en la fertilidad de los suelos. Estos cambios influirán en las actividades futuras de manejo del sistema.

Los atributos deseables de los SA son:

- **Productividad.** El sistema produce bienes, mercancías y servicios requeridos por los productores:



1. La inclusión de especies perennes maderables, deseables y compatibles, en tierras agrícolas, puede dar como resultados un marcado mejoramiento de la fertilidad del suelo. Para esto, hay algunos mecanismos posibles, los cuales incluyen:
  - a. Un incremento en el contenido de materia orgánica del suelo, a través de la adición de la hojarasca y de otras partes vegetales.
  - b. Ciclaje de nutrientes más eficiente dentro del sistema, y consecuentemente, utilización más eficiente de nutrientes, presentes en el suelo o aplicados externamente.
  - c. Fijación biológica de nitrógeno y disponibilidad de los nutrientes en forma soluble, por ejemplo, fosfatos, a través de la actividad de las micorrizas y solubilidad del fosfato a través de la acción bacteriana.
  - d. Aumento del ciclaje de nutrientes en las plantas, con una disminución en la pérdida de nutrientes localizados debajo de la zona de absorción del suelo.
  - e. Interacciones complementarias entre las especies componentes del sistema, dando como resultado una distribución más eficiente de los recursos de nutrientes entre los componentes.
  - f. Una mayor economía de nutrientes, debida a las diferentes zonas de absorción de los sistemas radiculares de las especies componentes.
  - g. Efecto moderador de la materia orgánica adicional del suelo, en las reacciones extremas del suelo y, consecuentemente, mejoramiento en los patrones liberación/disponibilidad de nutrientes.

2. El mejoramiento en los rangos de materia orgánica en el suelo puede dar como resultado un aumento en la actividad de microorganismos favorables en las zonas radiculares. Además de las relaciones nutricionales mencionadas anteriormente, tales microorganismos también pueden producir sustancias estimuladoras del crecimiento a través de las interacciones deseables y causar efectos comensalísticos<sup>3</sup>, en el crecimiento de las especies vegetales.

3. La inclusión de árboles en las tierras cultivadas puede, a largo plazo, dar resultados marcados en el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo - en la permeabilidad -, capacidad de retención de agua, estabilidad agregada, y regímenes de temperatura del suelo. Aunque este mejoramiento puede ser lento, sus efectos posteriores hacen del suelo un mejor medio para el crecimiento de las plantas.

4. La función de los árboles en el control de la conservación y erosión del suelo es una de las razones más ampliamente proclamada y exigida para incluir a

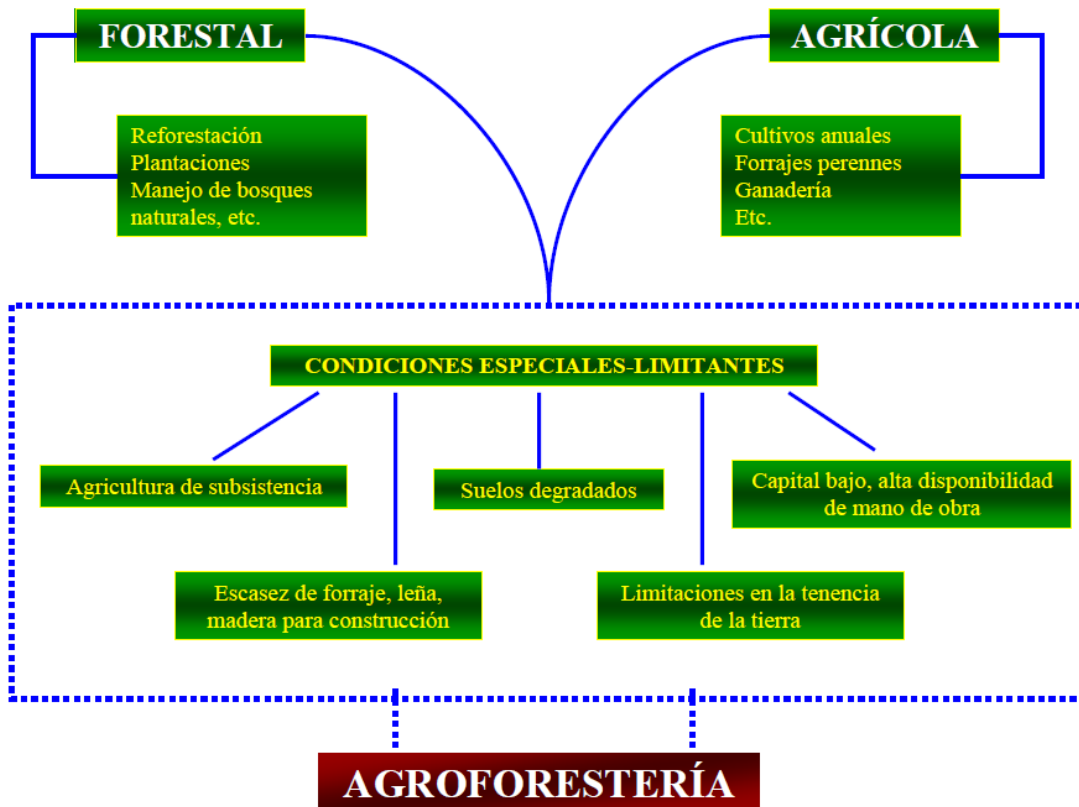
---

<sup>3</sup> Comensalismo: interacciones entre los organismos en las que uno de ellos se beneficia y el otro, ni se beneficia, ni se perjudica.

los árboles en las tierras cultivadas que tienen tendencia al riesgo de la erosión. Los efectos benéficos de los árboles, no se limitan únicamente a la protección del área cultivada, sino también a estabilizar el ecosistema y reducir la tasa de sedimentación de los ecosistemas acuáticos, presas y reservorios.

5. Las influencias de los árboles en las características hidrológicas pueden extenderse desde un micro-sitio en la finca hasta niveles regionales. Sin embargo los efectos del agua usada por el componente arbóreo en la disponibilidad de agua para los cultivos bajo diferentes condiciones climáticas, aún no está completamente comprendida, hay evidencia que las características hidrológicas de las áreas receptoras están influenciadas favorablemente por la presencia de los árboles.

- **Sostenibilidad.** El sistema mantiene o aumenta su productividad en el tiempo: producir conservando y conservar produciendo.
- **Adoptabilidad.** El sistema es aceptado por el agricultor, aún con las limitaciones económicas y biofísicas impuestas por el medio. [27]



*Ilustración 9 Agroforestería. Elementos y Limitantes del Sistema.*

Los árboles generalmente se subutilizan en la agricultura y, si bien se ha escrito mucho respecto a sus virtudes su potencial se ha explotado relativamente poco. A causa de sus hábitos de crecimiento y su forma, los árboles influyen a otros componentes del sistema

agrícola. Sus grandes doseles afectan la radiación solar, precipitaciones y movimiento del aire, a la vez que su extenso sistema de raíces ocupa grandes volúmenes de suelo. La absorción de agua y nutrientes y la redistribución de los nutrientes como el humus, al igual que el movimiento irruptivo de las raíces y las posibles asociaciones bacteriales/fungales, también pueden alterar el ambiente de crecimiento. Los árboles pueden mejorar la productividad de un agro ecosistema, al influir en las características del suelo, del microclima, de la hidrología y de otros componentes biológicos asociados.

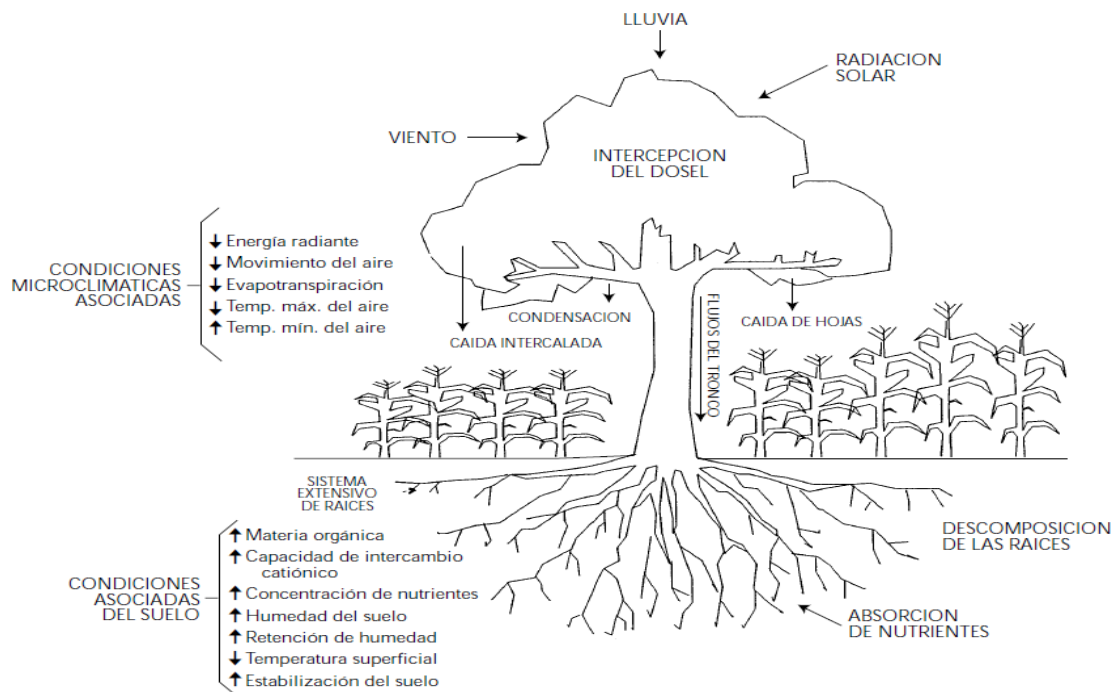
**Características del suelo:** Los árboles pueden afectar el nivel de nutrientes del suelo al explotar las reservas minerales más profundas de la roca parental y recuperar los lixiviados y depositarlos sobre la superficie como humus. Esta materia orgánica aumenta el contenido de humus del suelo, el cual a su vez aumenta su capacidad de intercambio de cationes y disminuye las pérdidas de nutrientes. La materia orgánica adicionada modera además las reacciones del suelo extremas (pH) y la consecuente disponibilidad de nutrientes esenciales y elementos tóxicos. Puesto que el nitrógeno, fósforo y azufre se tienen fundamentalmente en forma orgánica, la abundancia de materia orgánica es especialmente importante para aprovecharlos. La asociación de árboles con bacterias fijadoras de nitrógeno y micorrizas también incrementará los niveles de nutrientes disponibles. La actividad de microorganismos tiende a aumentar debajo de los árboles, debido a que la materia orgánica es incrementada (un abastecimiento de alimentos mejorado) y al ambiente de crecimiento (temperatura y humedad del suelo).

**Microclima:** Los árboles moderan los cambios de temperatura, dando como resultado temperaturas máximas más bajas y mínimas más altas bajo los árboles, en comparación con las áreas abiertas. La disminución de temperatura y la reducción de los movimientos del aire debido al dosel de los árboles reducen el promedio de evaporación. También se puede encontrar mayor humedad relativa bajo los árboles en comparación con los sitios abiertos.

**Hidrología.** El equilibrio del agua de un micro sitio dado, predio o región está influido por las características funcionales y estructurales de los árboles. En distintos grados, dependiendo de la densidad del follaje, y las características de las hojas, la precipitación pasa a través de ellas hasta el suelo, se intercepta y se evapora o se redistribuye a la base del tronco por el propio flujo. La humedad del aire también puede ser recogida por el follaje de los árboles y ser depositada como precipitación interna (niebla de goteo), una significativa fuente potencial de agua en áreas de neblinas húmedas. Como resultado de una mejorada estructura del suelo y la presencia de una capa de hojarasca, el agua que llega al suelo se utiliza más eficientemente debido al incremento de la filtración y permeabilidad, reduciendo la evaporación y el escurrimiento superficial. En gran escala, particularmente en áreas propensas a las inundaciones, los árboles pueden reducir las descargas de aguas subterráneas, existiendo la evidencia de que las características hidrológicas de las áreas de captación son influidas favorablemente por la presencia de árboles.

**Componentes biológicos asociados.** Todas las plantas, los insectos y los organismos del suelo pueden resultar beneficiados por la presencia de árboles compatibles. Aunque los mecanismos específicos son poco entendidos, por lo general involucran un microclima más benigno; temperatura de suelo favorable, régimen de humedad y estado de materia orgánica; una mayor disponibilidad de nutrientes así como su eficiente utilización y reciclaje. El mejoramiento en el estado de la materia orgánica del suelo puede dar como resultado una mayor actividad de los microorganismos favorables en la zona de raíces. Tales microorganismos también pueden producir sustancias que promueven el crecimiento mediante interacciones deseables provocando efectos comensalísticos en el crecimiento de especies de plantas.

**Función productiva.** Los árboles producen gran cantidad de productos importantes para los humanos y los animales. Además del forraje y alimentos proporcionan productos madereros, subproductos como aceites y taninos y productos médicos. Por ejemplo, la acacia negra (*Robinia pseudoacacia*) es una productora de miel importante, fija nitrógeno y es productora de postes para cercos muy durables. *Leucaena*, otra leguminosa que fija nitrógeno, es valiosa como alimento de ganado y de aves en los trópicos, debido a su alto contenido de vitaminas y proteínas. También es una fuente primaria de leña. Los cultivos de árboles, también pueden complementar la producción de granos. Especies como el castaño (*Castanea*), el algarrobo (*Ceratonia*) y la acacia honey (*Gleditsia*) tienen un valor alimenticio en proteínas, carbohidratos y grasas mayor que granos convencionales creciendo en tierras marginales sin labranza.



*Ilustración 10* Relación del Sistema Agroforestal con las condiciones climáticas y función asociadas con la estructura del suelo

#### 6.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.

Es importante señalar que la implementación de un sistema agroforestal puede tener resultados a corto, mediano y largo plazo, y su impacto será mayor o menor de acuerdo con la forma de seleccionar el sistema, las especies involucradas y el análisis de las variables que pueden afectar el desarrollo del mismo, como son las características del suelo, relieve, clima y el régimen de lluvias.

Según su Estructura	Sistemas Agrosilviculturales (árboles + cultivos agrícolas) Sistemas agrosilvopastoriles (árboles + cultivos agrícolas y pastos (con o sin pastoreo)) Sistemas silvopastoriles (árboles + pastos (ganadería))
Según la función del componente arbóreo o forestal	Producción: madera, alimentos o follaje Protección y servicios (mejoramiento del suelo, sombra, Cerca viva, rompe vientos, entre otros.)
Relación socioeconómica (manejo de insumos y metas comerciales)	Subsistencia Intermedia Comercial
Base agroecológica	Condiciones medioambientales Estabilidad ecológica Condiciones de altura Condiciones de fertilidad Condiciones de temperatura

*Tabla 13 Clasificación de los Sistemas Agroforestales.*

Los sistemas agroforestales se clasifican según sean los objetivos que se quiere lograr, así se encuentran los siguientes:

a) Por objetivos de sistema productivo son:

- **Sistema agrosilvicultural:** Se refiere a la siembra conjunta de árboles y cultivos agrícolas. El más utilizado es el denominado cultivo en callejones, también en este sistema se incluyen los árboles de sombra sobre cultivos perennes, los huertos caseros, barbechos mejorados, rompe vientos, cercas de protección, el sistema Taungya y la mezcla de perennes con otros cultivos. En Colombia bajo este esquema se encuentran los cultivos de café que requieren sombrero.

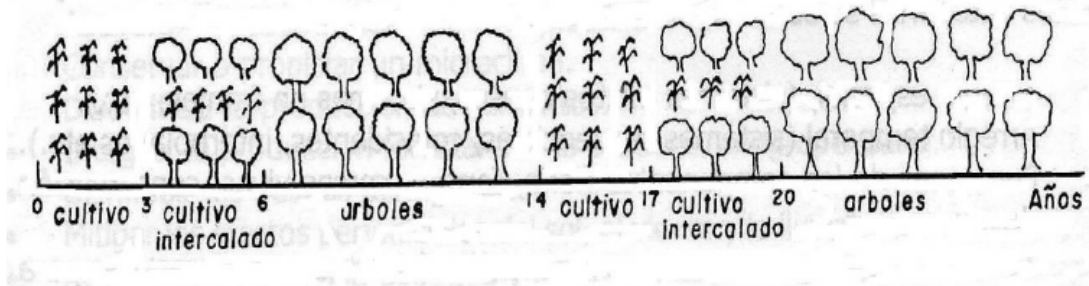
- **Sistema agrosilvopastoril:** Es el sistema en el que se desarrolla una producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas como complemento de la crianza de animales domésticos, los ejemplos principales son: Huertos caseros con animales, arbustos para alimentar animales y conservación del suelo y abono.
- **Sistema Silvopastoril:** Integra árboles y/o arbustos con ganado y pastos en un mismo espacio; en este caso el sistema se orienta a favorecer a la producción pecuaria además de obtener una ganancia a mediano o largo plazo con la madera. Este sistema también es utilizado como cerca viva y bancos de proteína que apoyan la alimentación de los animales. En general, los árboles además de proteger el suelo de la erosión y al pasto de la pérdida de humedad, permiten al animal guarecerse de modo que se favorece su ganancia de peso. En Colombia este esquema ha tenido gran auge como alternativa en la producción pecuaria, empleando especies de árboles de rápido crecimiento que pueden proporcionar forraje a los animales y que fijan nitrógeno al suelo, particularmente leguminosas.

b) De acuerdo al tiempo y el espacio:

- **Sistemas Agroforestales Secuenciales:** Se denominan así, cuando existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos o sea que los cultivos anuales y las plantaciones se suceden en el tiempo. En esta categoría se encuentran los sistemas de agricultura migratoria y sistema Taungya.



*Ilustración 11: Sistema agroforestal secuencial, agricultura migratoria.*

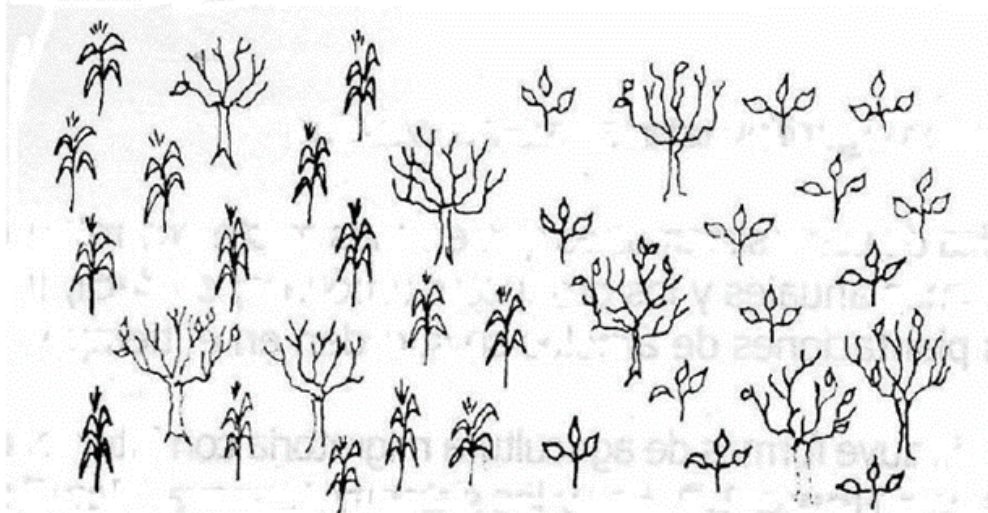


*Ilustración 12: Sistema agroforestal secuencial, sistema Taungya.*

- ❖ *Sistema Migratoria*: Comprende sistemas de subsistencia orientados a satisfacer necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación. Solo ocasionalmente considera la fuente de ingresos por medio de la venta de los excedentes de los productos. En este sistema, el bosque se corta y se quema y la tierra se cultiva por pocos años, luego del periodo de cultivo continuo una fase de descanso, los tiempos suelen ser de 5 a 20 años para la primera y de 2 a 3 años de cultivo. Esto considera rotación de tierras más que de cultivos. Inicialmente, la productividad del cultivo es elevada, ya que con la quema, los nutrientes se incorporan al suelo, baja la acidez y aumenta la fertilidad del suelo. Después de 2 a 3 años de cultivo, aumenta la población de plagas y malezas y las demandas de nutrimentos, reduciendo la productividad. Se practica en condiciones en que la mano de obra es más escasa que la tierra, el capital generalmente es escaso y el nivel tecnológico bajo.
  
- ❖ *Sistema Taungya*: Es un método que permite el establecimiento de plantaciones forestales de manera simultánea con cultivos aunque estos últimos son temporales, el follaje de los árboles se desarrolla hasta impedir el crecimiento de los cultivos y una vez que el componente forestal es retirado, se vuelven a establecer cultivos. En este sistema, la obtención de madera es la meta final, pero los ingresos a corto plazo que se obtienen son motivantes para los agricultores. Las ventajas que se tienen con este sistema son: Ahorrar costos de establecimiento de las plantaciones forestales y obtener ingresos o beneficios por conceptos de cosechas.

Dentro de sus desventajas están el no obtener beneficios inmediatos por venta de productos forestales, el uso y manejo de la tierra están determinados por las necesidades que tienen los productores, el diseño de las plantaciones no siempre es el adecuado y la presencia de árboles impide la utilización de maquinaria para los cultivos.

- **Sistemas Agroforestales Simultáneos**: Consisten en la siembra de cultivos, árboles y/o ganadería en forma simultánea y continua. En estos sistemas se incluyen asociaciones de árboles con cultivos perennes, árboles en franjas en asociación con cultivos anuales, huertos caseros y sistemas agrosilvopastoriles.



*Ilustración 13: Sistema agroforestal simultaneo.*

- a) Asociaciones De Árboles Con Cultivos Perennes: En este sistema se diversifica la producción y aumenta la productividad a través de algunas interacciones con el componente arbóreo. Se consideran los sistemas de explotación comercial de cocotero, hule, arboles maderables o frutales con café o cacao.



*Ilustración 14: Sistema agroforestal simultaneo. Asociaciones De Árboles Con Cultivos Perennes.*

Objetivos del sistema: Producción de sombra para ciertos cultivos comerciales como el cacao, contar con cosechas a través del tiempo, mejorar la calidad del producto y diversificar la producción y reducir riesgos económicos. Los árboles que se utilizan son principalmente especies maderables, árboles de sombra y palmas; por ejemplo

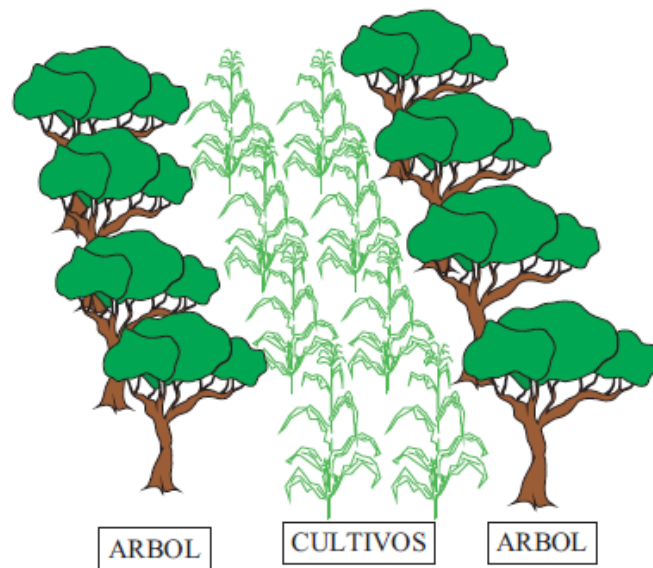


especies de los siguientes géneros: *Bactris*, *Bracatinga*, *Cedrela*, *Diphysa*, *Erythrina*, *Inga*, *Persea* y *Spondias*.

- b) Árboles en Franjas en Asociación con Cultivos Anuales: Este sistema también llamado cultivo en callejones consiste en la asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales. Los árboles y arbustos se podan para evitar la sombra sobre los cultivos y los residuos se utilizan como abonos verdes para mejorar la fertilidad y como forrajes.

Dentro de las especies de árboles recomendadas para Alfisoles y Ultisoles están: Chicaro gandal (*Cajanus* sp.) cacahuanache (*Gliricida* sp.) y huaxin (*Leucaena* sp.) las cuales se siembran con maíz, yuca o arroz.

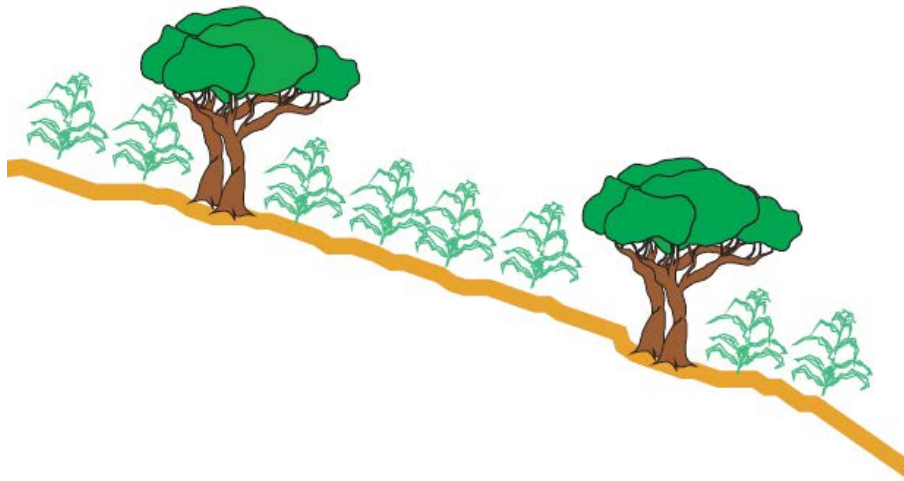
Algunas de las ventajas que se tienen en este tipo de sistemas son: Diversificación de la producción, regeneración de la fertilidad del suelo sobre todo con especies fijadoras de nitrógeno, se requiere menos insumos externos, mejora el Ciclaje de nutrimentos, se hace un uso intensivo de la tierra, aumenta la productividad por unidad de superficie y la diversificación de la producción reduce los riesgos económicos.



*Ilustración 15: Sistema agroforestal simultáneo. Árboles en Franjas en Asociación con Cultivos Anuales.*

Uno de los mayores potenciales que se tiene en este tipo de sistemas es en zonas de ladera, la siembra de árboles en hileras perpendiculares a la pendiente, contribuyen a disminuir la erosión. Dentro de las desventajas que se tienen en estos sistemas tenemos:

Competencia de agua y nutrimentos entre árboles y cultivos, el espacio que utilizan los arboles disminuye el rendimiento de cultivos, alto costo de mano de obra para su establecimiento.

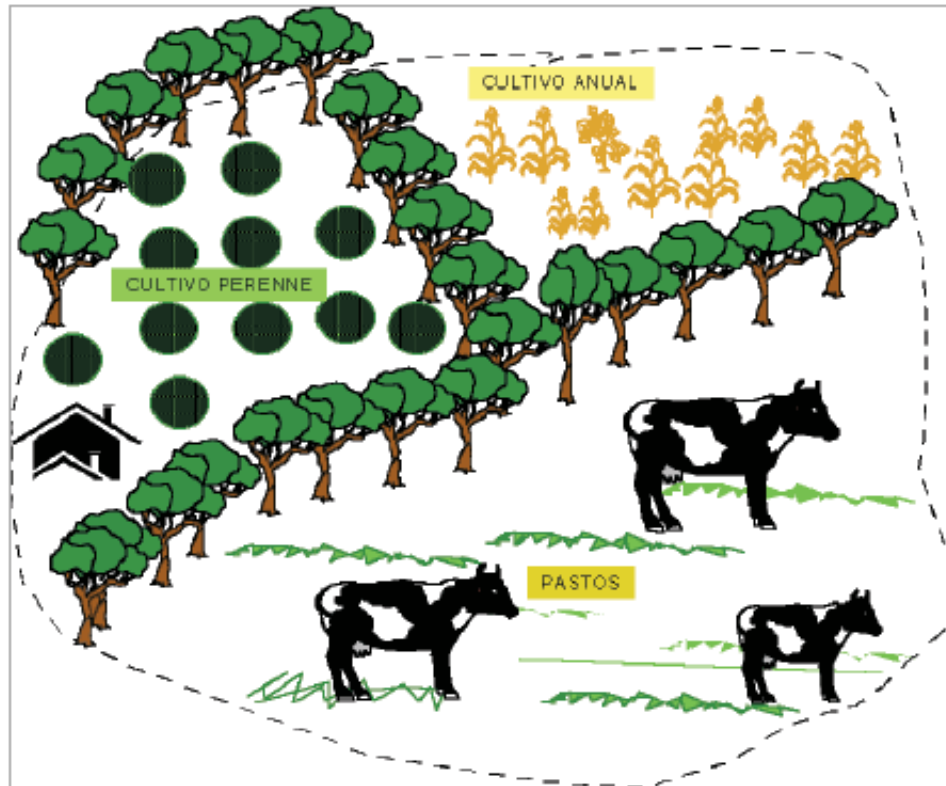


*Ilustración 16: Sistema agroforestal simultaneo. Árboles en Franjas en Asociación con Cultivos Anuales en relieve.*

- c) Huertos Familiares Mixtos: Son prácticas agroforestales muy antiguas para cubrir necesidades básicas de familias o comunidades pequeñas y ocasionalmente se venden algunos excedentes de producción. Presentan múltiples cultivos (zapote, palma, plátano, mango, huaxin (*Leucaena*), yuca, calabaza, guayaba, coco, papaya, etc.) y algunas veces animales.

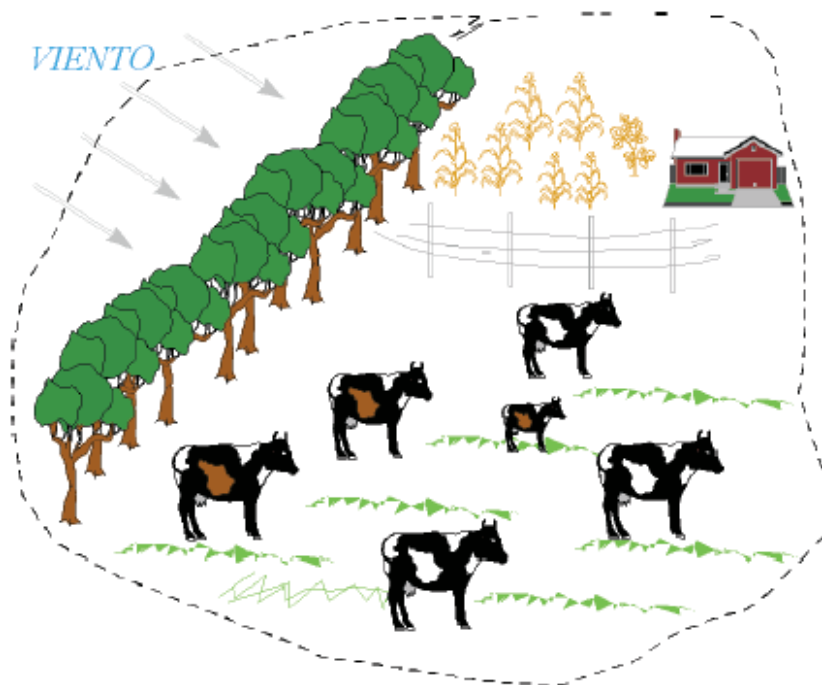
Son subsistemas con poca necesidad de ingreso y tiene la capacidad constante de egresos para el consumo. Dependen de la mano de obra familiar, apropiada para subsistencia; parecidos a los ecosistemas naturales y desde el punto de vista económico, son viables debido a la diversificación de sus productos.

- **Cercas vivas**: Se llaman cercas vivas a las plantaciones en líneas de árboles y arbustos en los límites de las parcelas, con el objetivo principal de impedir el paso de los animales (para salir del potrero o entrar a la parcela cultivada) o de la gente y delimitar una propiedad con la obtención de productos adicionales como forrajes, leña, madera, flores para abejas, frutos, postes y plantas medicinales. Dentro de las especies arbóreas que más se utilizan para este tipo de sistemas tenemos los siguientes: Cocoite (*Gliricidia sepium*), huaxin (*Leucaena leucocephala*), y colorín (*Erythrina poeppigiana*), guaje.



*Ilustración 17: Sistema agroforestal con Cercas Vivas.*

- **Cortinas rompe vientos:** Son plantaciones en líneas con el objetivo principal de proteger las parcelas cultivadas, pastos y animales contra los efectos nocivos del viento. Las ventajas consisten en mantener el clima más rentable y mayor producción en los cultivos y animales. Dentro de lo negativo encontramos que la sombra excesiva al lado de los árboles disminuye la productividad de los cultivos, las cortinas rompe vientos contribuyen a la formación de remolinos de vientos dañinos. Se diferencian de las cercas vivas por tener un mayor tamaño los árboles que las forman.



*Ilustración 18: Sistema agroforestal de Cortinas con Rompe Vientos.*

#### 6.5 ALGUNAS RESTRICCIONES DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Existe un número de restricciones o condiciones limitantes para la aplicación de los sistemas agroforestales. Es necesario reconocerlas y hacer esfuerzos por superarlas, si se desea aplicar con éxito la agroforestería. Una de las principales limitaciones es en relación con el hecho que los sistemas agroforestales son específicos del ecosistema, y en ciertos suelos de baja calidad la elección de las especies vegetales apropiadas puede resultar limitante, aun cuando muchos árboles tienen mayor capacidad para adaptarse a los suelos pobres que los cultivos anuales.

*La competencia entre los árboles y los cultivos de alimentos, y la prioridad que se les debe dar para satisfacer necesidades básicas, puede excluir del cultivo arbóreo a los agricultores pobres, que cuentan con muy poca tierra, para cultivar árboles.*

Al promover la plantación arbórea, se necesitan beneficios a corto y largo plazo.

Estos beneficios económicos o productivos deben ser considerados. Una restricción económica común es que algunos sistemas agroforestales establecidos recientemente, pueden requerir costos sustanciales de inversión para comenzar (por ejemplo, material de cultivo, conservación del suelo, fertilizante).

Para dichas inversiones se puede necesitar crédito. En la mayoría de los sistemas agroforestales pueden ser necesarios algunos años antes de obtener los primeros rendimientos. En algunos casos, dicho período de espera requiere apoyo financiero.

El tamaño del terreno puede afectar el tipo de insumos. En áreas con una alta presión poblacional y suelos pobres, los predios particulares pueden resultar demasiado pequeños como unidades confiables de producción. En este caso, es necesario hacer algún tipo de esfuerzo cooperativo.

La disponibilidad de semillas y/o plántulas es una variable primordial para los proyectos agroforestales. En la mayoría de los casos, una planificación a más largo plazo, incluye el desarrollo de pequeños semilleros junto con la plantación y mantención de árboles.

El manejo de ganado en algunas ocasiones puede entrar en conflicto con las actividades agroforestales, especialmente en áreas donde se practica la ganadería vacuna o caprina. En áreas con sistemas comunales o de clanes complejos de tierras, puede resultar difícil desarrollar métodos agroforestales.

Los derechos de posesión constituyen una consideración fundamental para la agroforestería. Ellos pueden ser un factor limitante. La tenencia de árboles también constituye una posible restricción. En algunos casos, la tierra en la cual los árboles pueden ser plantados y protegidos no pertenece a aquellos que los plantaron. De manera que los que las plantaron pueden no estar legalmente autorizados para hacer usufructo de los árboles y su producción. Aún más, en algunos países existen leyes que restringen la cosecha/tala de los árboles para cualquier propósito, sin considerar al dueño de la tierra en que se encuentran plantados.

## 6.6 DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

Los ecosistemas naturales pueden ser útiles como modelos para diseñar sistemas agrícolas sustentables. El rasgo más sobresaliente de los bosques naturales radica en la organización múltiple de los árboles, arbustos, malezas y hongos, en la que cada uno utiliza diferentes niveles de energía y recursos, y donde cada uno contribuye al funcionamiento del sistema total. Estos estratos reducen el impacto mecánico de las gotas de lluvia sobre la superficie y disminuyen la cantidad de luz directa que alcanza el suelo, como consecuencia de lo cual se reduce al mínimo la pérdida potencial de suelo, se disminuye la evaporación y se retardan los índices de descomposición de materia orgánica. Generalmente, a nivel de suelo existe muy poco viento. Sobre la superficie, el humus proveniente de los vegetales en descomposición proporciona una cubierta protectora y una fuente de nutrientes para reciclar. Todas estas condiciones crean un ambiente ideal para la micro flora y fauna, los insectos y lombrices que facilitan la descomposición de la materia orgánica en el suelo, creando así una buena estructura del suelo, la que a su vez aumenta la ventilación y el drenaje del agua. Los depredadores y parásitos residentes mantienen controlados a aquellos insectos potencialmente dañinos para la vegetación.

También existen múltiples capas bajo la superficie, donde las raíces de diversas formas vegetales mejoran la aireación y la filtración del agua. Los insectos potencialmente dañinos

para la vegetación y que se mantienen controlados en las plantas, utilizan diferentes volúmenes del suelo. De esta manera, las raíces de los árboles, que alcanzan mayor profundidad, interceptan los nutrientes lixiviados bajo la zona radicular de la vegetación más pequeña y los llevan a la superficie en la forma de humus foliar. El objetivo principal al diseñar un sistema agroforestal es resaltar las características ecológicas fundamentalmente del bosque, de modo que la comprensión de estos procesos en un sistema natural resulta de vital importancia.

En ocasiones en que un área totalmente forestada no es apropiada para un predio, los árboles se pueden combinar de otras formas con cultivos y animales para aumentar las relaciones funcionales requeridas. [28]

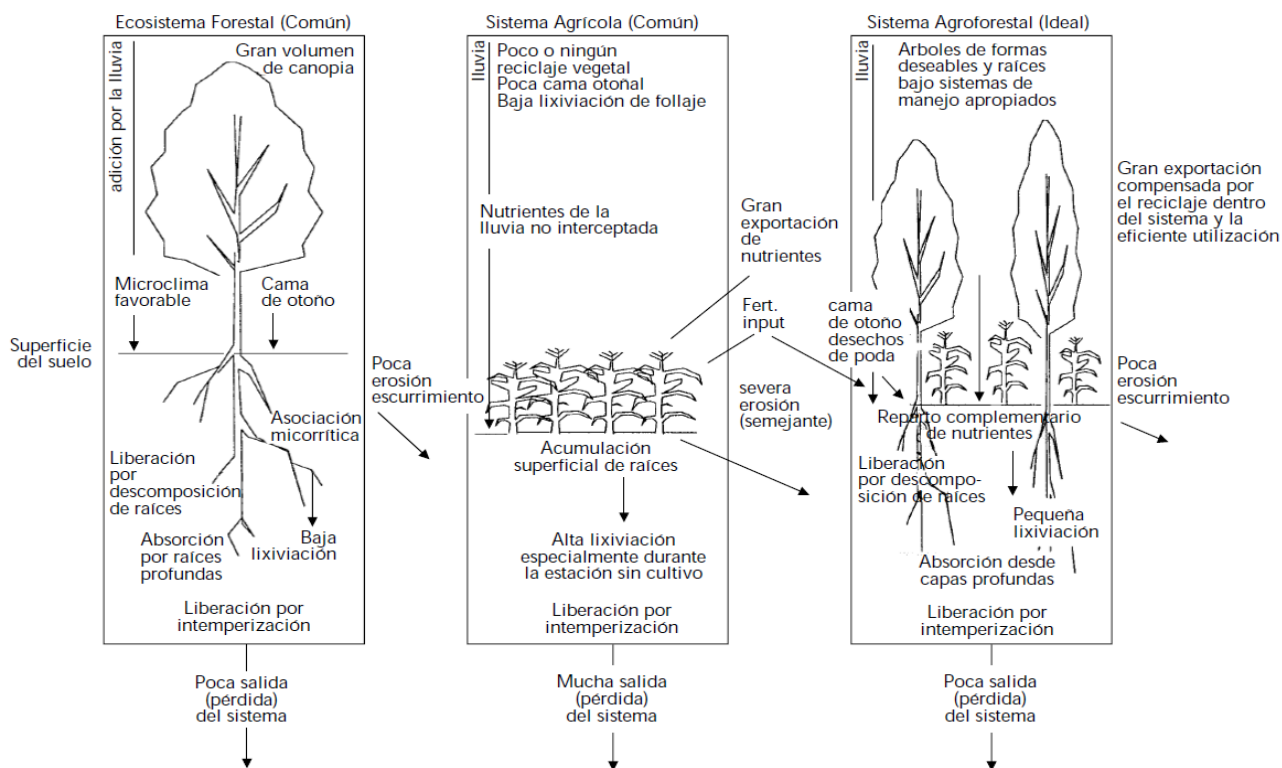


Ilustración 19: Relaciones funcionales con respecto de la relación funcional del sistema agroforestal.

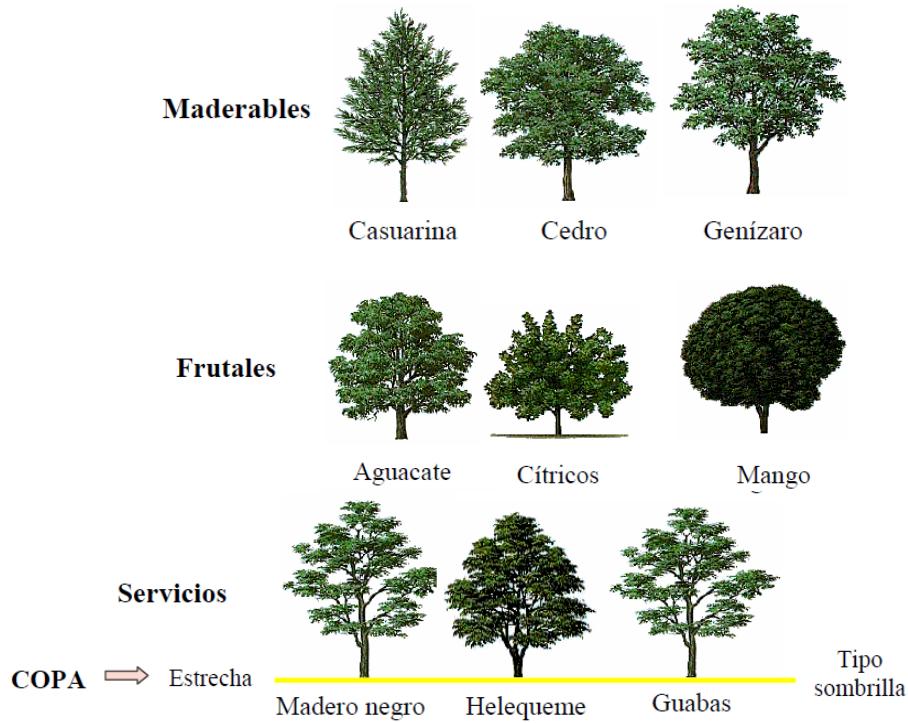
### 6.6.1 ARREGLOS VEGETACIONALES

Al ordenar las especies vegetales componentes en el tiempo y el espacio, se deben considerar algunos factores. Ellos pueden incluir los requerimientos culturales de las especies componentes al crecer juntas, su fenología y forma de crecimiento (sobre y bajo el suelo), las necesidades de manejo para todo el sistema y la necesidad de acciones adicionales como la conservación del suelo o el mejoramiento del microclima.

Es por esto que los arreglos de ordenamiento tienen propiedades específicas.

1. Cultivar intercaladamente especies arbóreas con cultivos agrícolas anuales, sembrar, en forma simultánea, especies herbáceas y arbóreas (o durante la misma temporada). El espaciamiento de las especies arbóreas variará considerablemente, sin embargo, en general, en las regiones más secas, este espacio será de un ancho superior. Este esquema también se puede aplicar en cultivos agrícolas como el caucho (rubber) y la palma de aceite.
2. Limpiar las franjas casi a un metro de ancho en bosques primarios o secundarios a intervalos convenientes, y sembrar especies agrícolas perennes que toleren la sombra, como el cacao. Luego, cuando las especies sembradas crezcan, la vegetación forestal se entresacará según convenga y, dentro de 5 años, se contará con un dosel de 2 o 3 capas que estará compuesto por las especies agrícolas perennes y las forestales elegidas.
3. Introducir prácticas de manejo como la entre siembra y la poda con el fin de que penetre más luz en la superficie del terreno y así sembrar especies agrícolas seleccionadas entre las hileras de los árboles. El grado de entresacado o de poda dependerá de la densidad arbórea de la estructura del dosel y otros.
4. En áreas inclinadas, las especies arbóreas seleccionadas pueden sembrarse en líneas perpendiculares a la pendiente (a lo largo del contorno) con diferentes disposiciones de siembra (hileras únicas, dobles, alternadas) con diversas distancias entre las hileras; los pastos del suelo pueden establecerse entre los árboles a lo largo del contorno. El área entre las hileras se puede usar para las especies agrícolas.
5. Sembrar, en forma proximal, árboles de múltiples propósitos alrededor de los lotes de los campos. Los árboles formarán cercos vivos y rompe vientos, proporcionarán forraje y combustible y marcarán los límites de los predios agrícolas. El esquema es particularmente apropiado para áreas de tierra de uso extensivo.
6. Intercalar intensivamente con árboles, las áreas agrícolas manejadas en una forma regular o al azar. El sistema es conocido, por campesinos dueños de pequeños terrenos, en Asia, el Pacífico, África y América del Sur.

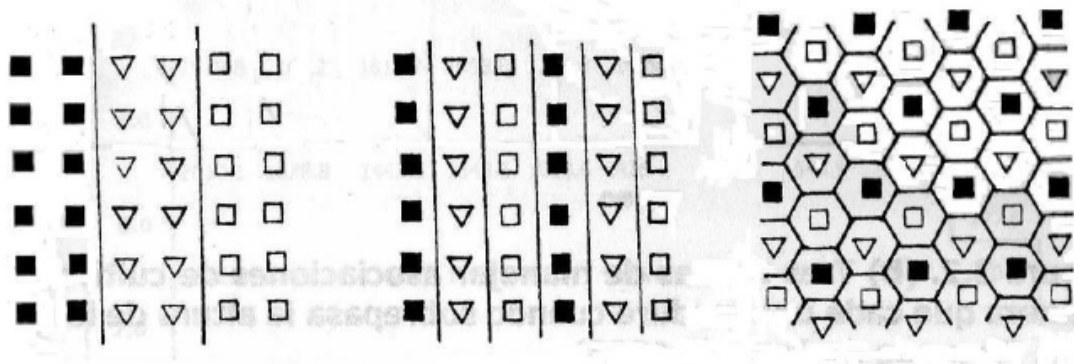




*Ilustración 20: Diferentes Tipo de Copas de los Arboles.*

### 6.6.2 DISEÑO HORIZONTAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL

Una vez decididas las especies por cultivarse en un sistema agroforestal, es necesario determinar el espacio de terreno que será ocupado por cada límite entre árboles y cultivos y considerar cómo va a ser afectado el rendimiento de cada componente a lo largo de ese límite. La distribución espacial se puede alterar con el fin de obtener el rendimiento máximo de cada componente, de tal modo que se optimice el área entre especies, que resulte más productiva. El área límite mínima entre especies herbáceas y arbóreas se logrará cuando cada una se cultive por separado, en franjas.



*Ilustración 21: Tres tipos de diseño horizontal en el espacio.*



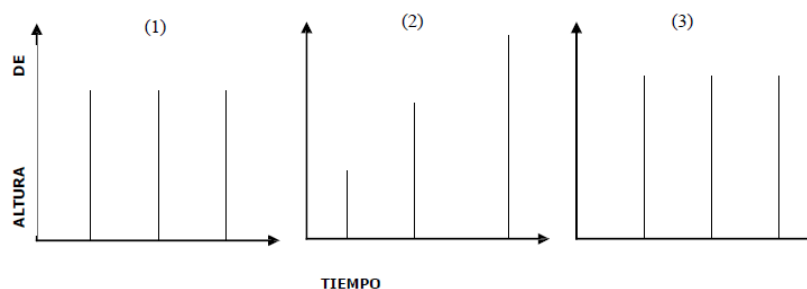
Las áreas máximas entre especies se encontrarán cuando cada una se halle uniformemente distribuida en un arreglo hexagonal.

Entre estos dos extremos habrá hileras simples o múltiples, parcelas cuadradas o rectangulares, etc. De esa manera, el área límite entre cultivos y especies puede aumentar de tres a cinco veces.

### 6.6.3 DISEÑO VERTICAL

Si la luz es un factor limitante, el cultivo dominante será el más alto. Una de las maneras de complementar el uso de este recurso es plantar los cultivos de tal manera que cada uno de ellos sea el más alto en un momento determinado. Existen cinco maneras de lograr este objetivo:

1. Sembrar cultivos que alcancen diferentes alturas pero que tengan ciclos de vida diferentes.
2. Sembrar cultivos que alcancen diferentes alturas de manera que las más bajas maduren antes que las más altas.
3. Sembrar cultivos en diferentes momentos de la temporada de lluvias.
4. Sembrar cultivos que puedan trepar los tallos de las plantas que fueron sembradas antes que ellas.
5. Minimizar la sombra que produce la especie más alta utilizando especies de hojas erectas, podando los árboles o plantando árboles decíduos.



*Ilustración 22 : Diseño del SAF con relación entre la altura de los árboles y el tiempo de crecimiento.*

### 6.6.4 DISTANCIA DE SIEMBRA.

Antes de proceder al ahoyado y a la siembra, hay que tener claro, cuáles son las distancias de siembra de las plantas. No existe una forma única para determinar las distancias de siembra en todos los casos, ya que esto varía dependiendo de varios factores como: la pendiente del terreno, la especie que se piense utilizar (forestal, frutal, forrajera etc.), del tipo de sombrío, del sistema de poda, de las prácticas culturales, etc.

Es sumamente importante que entre las plantas haya una distancia de siembra conveniente. La producción por unidad de superficie disminuye cuando la distancia entre plantas es mayor que la correcta porque la densidad de población es menor.

Si la distancia es menor a la debida, se pueden presentar las siguientes consecuencias.

Cada planta puede verse afectada por sombra en sus costados a causa de las ramas de las plantas vecinas, y por este hecho su producción disminuirá en forma notoria debido a su menor actividad fotosintética.

Al presentarse un mayor follaje junto, la circulación de aire es menor; lo que facilita la aparición de enfermedades debido a la alta humedad ambiental presente; por lo tanto, es estado de salud de las plantas no es el mejor. Las ramas se pueden entrelazar, reduciendo el espacio libre entre calles impidiendo la realización de labores como la fumigación, cosecha, transporte, etc.

La correcta distancia entre las plantas debe basarse en varios factores relacionados entre sí: planta medio ambiente y manejo o modalidad del cultivo o plantación.

**Con relación a la planta se deben tener en cuenta los siguientes criterios.**

La especie: No todas las plantas se desarrollan de la misma forma. Por ejemplo, basta comparar un mango con un ciruelo para observar una gran diferencia.

La variedad: Dentro de una misma especie hay variedades que presentan diferencias en su crecimiento, por lo tanto, la distancia de siembra entre sí, es también diferente.

El método de propagación utilizado: Por lo general, las plantas injertadas tienen mayor desarrollo lateral de las ramas y menor altura que las reproducidas por semilla; por lo tanto, en igualdad de especie y de variedad se deja un mayor distanciamiento en las primeras.

**Con relación al medio ambiente, se deben tener en cuenta los siguientes factores:**

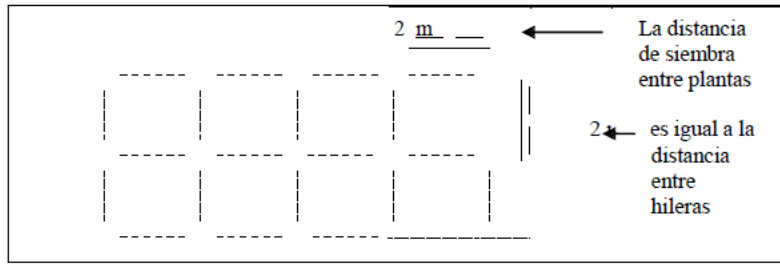
Precipitación pluvial: Cuando la precipitación es baja y los periodos de lluvia son cortos, los árboles se siembran a menor distancia. Cuando hay presencia de abundantes lluvias y los periodos lluviosos son largos la distancia de siembra debe ser mayor.

Fertilidad del suelo: El desarrollo de las raíces de las plantas es mayor, en suelos profundos y con alta fertilidad, igualmente es mayor el crecimiento de sus ramas; por lo tanto el distanciamiento debe ser mayor.

Modalidad del cultivo: Algunos cultivos se siembran de varias formas, como la curuba, en cuyo caso la distancia de siembra varía, igualmente, la vid, la mora, etc.

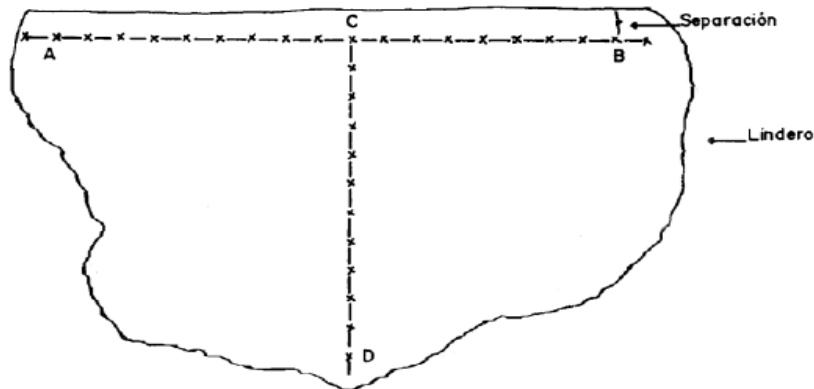
### 6.6.5 TRAZADO EN CUADRO

El trazado en cuadro consiste en colocar cada planta en el vértice de un cuadrado, cuya longitud del lado es igual a la de la distancia determinada para la siembra. En realidad es muy fácil de realizar este trazado en cuadro en el terreno. Dentro del terreno se marca una línea paralela al lindero de la finca de mayor longitud recta y a una distancia de éste igual a la mitad de la distancia de siembra entre plantas que se va a utilizar.



*Ilustración 23: Trazado en cuadro.*

Sobre ella se van colocando estacas, a la distancia escogida según la especie que se va a sembrar y con base en los factores citados anteriormente. A la línea anterior (AB en la Figura) se traza una perpendicular CD por uno de los puntos marcados con las estacas, procurando que esta segunda línea recorra la parte más ancha del terreno.



*Ilustración 24: Indicación del trazado en cuadro.*

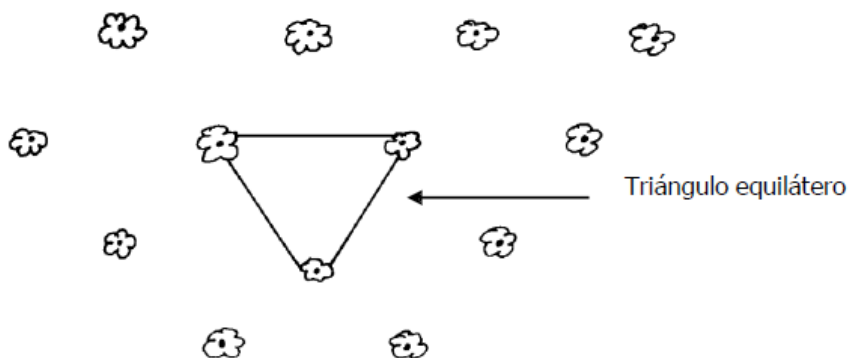
Sobre la línea perpendicular se colocan estacas a la distancia convenida. Luego se trazan líneas paralelas a la recta AB, por cada uno de los puntos marcados en CD. Posteriormente, se colocan estacas en ambas direcciones a una distancia entre sí, igual a la escogida. En cada sitio seleccionado va una planta.

Este sistema de trazado es muy práctico en pequeñas extensiones. Cuando se trata de sembrar grandes extensiones se recurre a aparatos utilizados en topografía.

El trazado en cuadro permite sembrar en las calles, en una dirección, cultivos menores temporales, tales como: soya, maní, frijol, haba, papa, etc., según el clima y mientras se establece bien el cultivo permanente.

#### 6.6.6 TRAZADO EN TRIÁNGULO O TRESBOLILLO.

El trazado en triángulo, conocido también con el nombre de tresbolillo, porque los agricultores para su trazado utilizan tres varas (bolillos) de igual longitud; consiste en colocar cada planta en el vértice de triángulos equiláteros, cuyo lado tiene una longitud igual a la de la distancia de siembra.

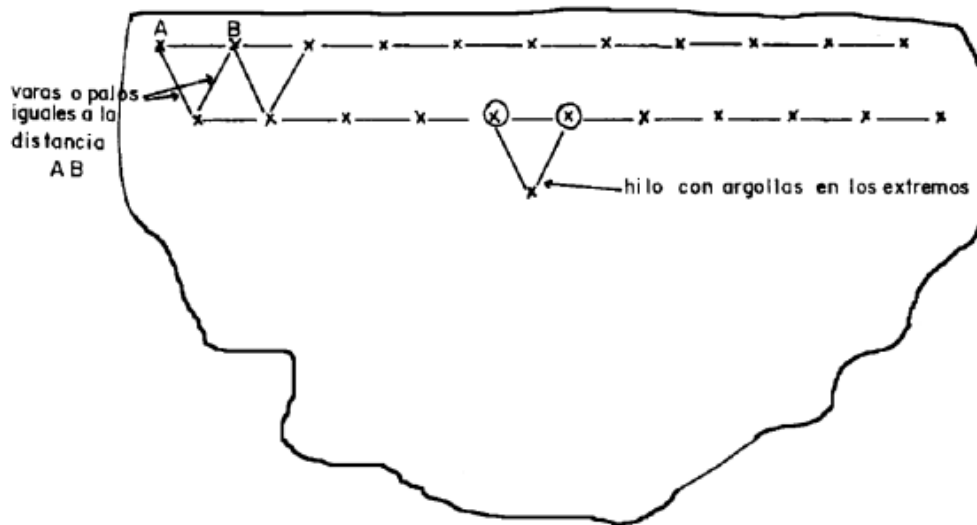


*Ilustración 25: Trazado en triángulo.*

Para realizar el trazado se determina en el terreno una línea paralela al lindero de mayor longitud. Sobre ella se clavan estacas con una separación igual a la distancia de siembra. Luego se consiguen dos varas, cada una con una longitud igual a la distancia de siembra.

Enseguida la punta de una vara se coloca exactamente sobre uno de los puntos marcados en la línea base; la punta de la otra vara se coloca sobre el punto siguiente; se unen las dos puntas que quedan libres y en el vértice del ángulo formado se clava una estaca. Luego, se toman otros dos puntos y se procede a determinar otro punto de la misma manera que el anterior.

También se puede utilizar una cuerda cuya longitud sea el doble de la distancia de siembra. En el centro se la hace un nudo que va a ser el vértice del triángulo cuando cada uno de los extremos se coloca en los dos puntos de referencia.



*Ilustración 26: Indicación del trazado en triángulo.*

El trazado en triángulo es muy utilizado en el país y tiene las siguientes ventajas:

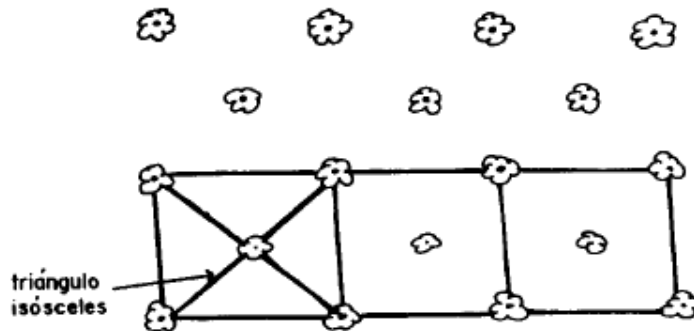
- A iguales distancias de siembra caben más plantas por unidad de superficie que la siembra en cuadro.
- Presenta una utilización más eficiente del terreno, por parte de las raíces de las plantas.
- Como pequeña desventaja se puede anotar que entre los espacios libres caben menos plantas temporales.

#### 6.6.7 TRAZADO EN RECTÁNGULO Y TRAZADO EN QUINCUNCE.

El trazado en rectángulo y el trazado en quincunce, son también utilizados. El primero es parecido al trazado en cuadro, con la diferencia que en este caso es un rectángulo.

Trazado en quincunce consiste en trazar un cuadro, en cada vértice se siembra una planta y en el centro del cuadrado se siembra otra.

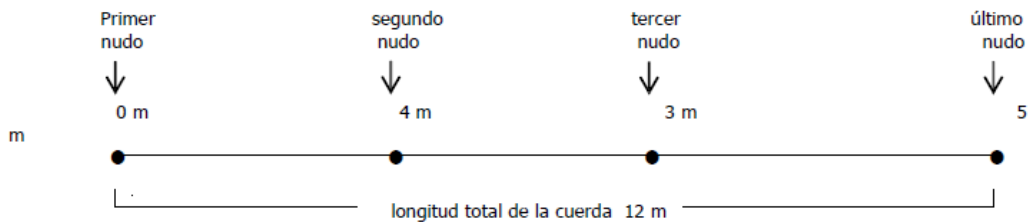
Por lo general, las plantas que se han sembrado en el centro del cuadro se eliminan cuando han dado algunas cosechas o cuando han adquirido un desarrollo tal que su follaje comienza a rozarse con el de las cuatro plantas vecinas. Como se observa en este tipo de trazado es posible sembrar más plantas por unidad de superficie que con la siembra en cuadro, en igualdad de distancia de siembra. Este trazado presenta alguna dificultad a las labores de deshierbe cuando se piensa en la mecanización.



*Ilustración 27: Trazado en Quincunce.*

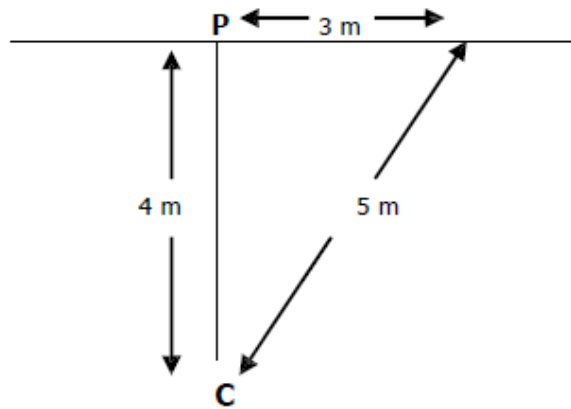
Los trazados en cuadro y en quincunce, en la práctica presentan alguna dificultad cuando se va a trazar la perpendicular.

Un sistema sencillo para lograrlo consiste en utilizar una cuerda de 12 metros de longitud en la cual se hacen cuatro nudos distribuidos así: un primer nudo en un extremo de la cuerda, un segundo nudo a los cuatro metros del primer nudo, un tercer nudo a los tres metros del segundo nudo y un último nudo a los cinco metros del tercer nudo, este último nudo corresponde al otro extremo de la cuerda, completando así una longitud de 12 metros.



*Ilustración 28: Cuerda de 12 metros de longitud utilizada para trazar la perpendicular.*

Para trazar la perpendicular en el punto P se coloca la cuerda, como se indica en la figura 3.9 formando un triángulo escaleno, de tal manera que las distancias queden como se ilustra en la figura 3.9, en el punto P se debe formar un ángulo recto. El punto donde se forma el vértice C es la dirección de la perpendicular al punto P y esta longitud tendrá un valor de 4 metros.



*Ilustración 29: Forma utilizada para trazar una perpendicular en un punto dado.*

## 6.7 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL.

El tema de los SA es relativamente joven en el ámbito de la gestión ambiental rural colombiana; se inició el estudio y aceptación del tema como una alternativa para el desarrollo rural y la conservación de la riqueza ambiental nacional.

Un SA es un proceso de toma de decisión debidamente sustentado en el contexto agroecológico y las opciones agroforestales, con el fin de combinar debidamente árboles y arbustos con cultivos agrícolas en una misma área. La combinación puede ser simultánea o en una secuencia temporal, buscando aplicar prácticas de manejo sostenible y la maximización de la producción.

Un SA tiene las siguientes características:

- Propiciar un sistema natural artificial diferente del monocultivo.
- Emplear la dinámica secuencial natural.
- Presentar al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente.
- Uno de los componentes es la leñosa perenne.
- Uno de los componentes es una planta con fines agrícolas.

### 6.7.1 PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

#### 6.7.1.1 VENTAJAS

Los beneficios o ventajas que los sistemas agroforestales, tienen en relación con otros sistemas de producción agropecuaria, aplicados en un área dada, en general se pueden resumir en tres:

1. **Conservación y manejo del suelo:** Este beneficio incluye el control de la erosión, el manejo de aguas, la estabilización de taludes y la reducción del viento. Un efectivo control de la erosión se realiza al complementar las plantaciones agroforestales con obras de conservación tales como zanjas, muros o acequias.
  
2. **Mejoramiento del microclima en áreas de producción o de vivienda:** Mediante el establecimiento de algunos tipos de prácticas agroforestales es factible modificar cuatro aspectos micro climáticos: el viento, la humedad, las heladas y la radiación solar.
  - a. Vientos: El establecimiento de cortinas rompe vientos disminuye la velocidad del viento evitando daños tanto en las plantaciones o cultivos como los causados al suelo por el arrastre de las partículas producido por la erosión eólica.
  - b. Humedad: Consecuentemente con la reducción del viento se produce una disminución de evaporación del suelo, lo cual permite mantener mayores niveles de humedad en el mismo. Igualmente se concentra mayor humedad con la presencia de árboles, la cual es captada en sus copas y posteriormente desplazada al suelo al escurrir por su tronco o por goteo de la misma.
  - c. Heladas: Este fenómeno atmosférico se sucede al haber excesiva pérdida de calor de la tierra durante la noche. Este efecto es controlado con el establecimiento de árboles y arbustos los cuales según el efecto de irradiación almacenan calor haciendo que la temperatura ambiental aumente en 1 o 2 grados centígrados, lo cual puede ser decisivo al momento de una corriente helada para disminuir el daño a cultivos. Una barrera viva, con una densidad que impida el paso del aire frío puede evitar daños a cultivos o enfriamiento por el paso del mismo, mediante un efecto puramente mecánico.
  - d. Insolación: El establecimiento de árboles en cultivos susceptibles al sol, garantiza su cobertura y protección, siempre y cuando se tengan en cuenta las características de la especie forestal a establecer.
  
3. **Diversificación de productos:** Es tal vez el beneficio principal; los principales productos que el agricultor puede esperar incluyen madera, leña, frutos, forraje, medicinas, a más de otras utilidades como la delimitación de la propiedad y la protección de áreas o cultivos.



### 6.7.1.2 DESVENTAJAS.

Así como encontramos beneficios dependiendo de algunos factores podemos encontrar desventajas en los sistemas agroforestales los cuales se pueden sintetizar de la siguiente manera:

1. **Disminución en el crecimiento:** Se puede ver disminuido el crecimiento de las especies si se utilizan densidades de plantación muy altas para los árboles.
2. **Difícil mecanización:** La mecanización se dificulta y en algunos casos es imposible de aplicar.
3. **Excesiva humedad:** Una alta densidad de individuos por unidad de área en determinados casos genera aumentos excesivos de humedad y por consiguiente aumento en la incidencia de enfermedades, en especial las producidas por hongos.
4. **Efectos alelopáticos:** De no haber estudios preliminares sobre la asociación, un aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de que una especie afecte negativamente el crecimiento de las otras, debido a la secreción de sustancias o gases.
5. **Tiempo de retorno de la inversión:** Un problema básico de la agroforestería es el tiempo de retorno de la inversión, principalmente fundamentado en el costo de oportunidad que significa dejar de utilizar la tierra para usos que rentan a más corto plazo (como ganadería o cultivos anuales) porque la inversión en la siembra de árboles es relativamente baja, sobre todo en pequeñas cantidades cuando el mismo pequeño productor y su familia proveen la mano de obra y producen las plántulas o semilla. El uso de especies de crecimiento rápido y estrategias de árboles en línea que quitan poco espacio permiten solventar este problema, aunque solo parcialmente, ya que al mismo tiempo esto representa una limitante en la gama de aplicaciones agroforestales que pueden promoverse y los beneficios que pueden derivarse. [26]

### 6.7.2 MANEJO Y EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

El establecimiento de un sistema agroforestal involucra la selección y elección de las especies de cada componente, su diseño sobre el terreno y a lo largo de una secuencia temporal, las actividades de manejo y la evaluación de su funcionamiento.

Por lo anterior, las técnicas generales de manejo están dirigidas a:

1. Proteger el suelo contra la pérdida de la capacidad productiva.
2. Mantener el balance del ciclo de nutrimentos.
3. Asegurar el suministro de agua y nutrimentos para los cultivos.
4. Lograr un buen nivel de producción.

El manejo incluye:

El establecimiento y cuidados de cultivos y de otras plantas asociadas, el uso de los suelos, el control de plagas y, en un sentido amplio el uso óptimo del sistema desde el punto de vista de los beneficios por obtener.

### *6.7.3 CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD*

La alternativa elegida no va a funcionar simplemente porque en teoría aporta la solución al problema. En un sistema, el funcionamiento de una parte condiciona las demás partes. Detrás de un problema puede haber otros ocultos.

Una tecnología apropiada es la que tiene en cuenta todos los factores limitantes y que no ocasiona un nuevo problema al intentar resolver otros. Sobre todo, es de fundamental importancia su aceptación por los usuarios.

Algunos de los criterios para estimar si una tecnología es apropiada para los pequeños agricultores, son los siguientes:

- Debe ayudar a resolver uno varios de los principales problemas de producción.
- Debe ser compatible con el sistema agrícola existente: si su aplicación requiere que se modifique todo el sistema, no será aceptada.
- Debe utilizar los recursos al alcance del agricultor pobre: si su funcionamiento demanda de recursos que el agricultor no tiene, no va a funcionar.
- Debe presentar poco riesgo: el agricultor con recursos escasos no estará dispuesto a arriesgar ni una sola cosecha.
- Debe utilizar mano de obra barata: el agricultor puede invertir su trabajo, ya que generalmente no dispone de capital para invertir; la demanda de trabajo para el nuevo sistema debe ser compatible con las demás actividades.
- Debe responder a una necesidad real del agricultor: si el agricultor no siente la necesidad, es dudoso que acepte la tecnología, por muy eficiente que ésta sea.
- Debe aportar un beneficio económico: el beneficio puede ser directo o indirecto, pero debe ser cuantificable.
- Debe dar un resultado visible en un tiempo razonable: un árbol maderable que necesita 50 años para su desarrollo, interesará a muy pocos agricultores.
- Debe ser fácil de entender: si se puede entender la tecnología con el nivel de educación que tienen los agricultores, podrá ser aceptada.
- Debe tener en cuenta los mercados: introducir un nuevo cultivo o aumentar la producción de un cultivo que no tiene mercado asegurado, no será rentable.

## ¿Cómo seleccionar las especies?

La selección de especies es uno de los aspectos más importantes del diseño de sistemas agroforestales. Los criterios a utilizar son los siguientes:

- Intentar modificar el sistema existente, en lugar de introducir uno nuevo.
- Tratar de lograr un uso complementario de los recursos.
- Evitar efectos alelopáticos.
- Escoger todas las especies de acuerdo a las necesidades planteadas.
- Seleccionar especies aptas para las condiciones ecológicas del área de trabajo, considerando:
  - Precipitación (cantidad y distribución anual); Temperatura, Altitud, y Características de los suelos.
- Dar preferencia a especies conocidas por los agricultores.
- Buscar las especies de mayor productividad, según objetivos y condiciones locales: crecimiento, producción de frutas, resistencia a plagas, etc.
- Usar, de preferencia, especies locales ya que presenta ventajas, su potencial y adaptabilidad son conocidos. También se conoce en qué medida pueden tener efectos indeseables. Si no hay especies locales adaptables, se debe experimentar con especies exóticas, teniendo en cuenta los peligros que puede presentar la introducción de nuevas especies.

## ¿Cómo diseñar el sistema agroforestal?

El diseño incluye: disposición de las plantas en el terreno; densidad de siembra o plantación y, distribución a través del tiempo en un plan de rotación. ¿Cómo se determina la densidad de siembra? La densidad de siembra o plantación influye sobre la competencia intra específica, es decir entre individuos de la misma especie y la competencia intra específica, entre individuos de diferente especie.

En el primer caso, las plantas tienen requerimientos semejantes de luz, agua y nutrientes, por lo tanto se trata de lograr una densidad tal que los recursos disponibles sean utilizados de manera eficiente: la densidad óptima es aquella en la cual se produce más; cuando empieza a bajar la producción se supone que ello sucede por efecto de la competencia.

## ¿Cuándo se produce competencia inter específica?

Como en los sistemas agroforestales existen asociaciones de diferentes especies, es posible que éstas compitan por el uso de recursos, es decir, que interfieran en el desarrollo de las otras; en este caso se intenta diseñar la asociación de manera que las plantas se complementen en sus requerimientos en lugar de competir. En cultivos en callejones con Leucaena, por ejemplo, se hallaron pocas raíces en los primeros 20 cm del suelo, que es la capa ocupada por la mayoría de los cultivos anuales; en consecuencia, se supone que la competencia entre los árboles y los cultivos no es un problema en esta asociación.

¿Cómo diseñar una asociación adecuada entre las plantas, que favorezca el uso complementario de recursos y permita aprovechar los beneficios que proveen ciertas especies?

Para lograr esto se diseña de manera adecuada la disposición horizontal y vertical de las plantas en el terreno, también puede utilizarse una secuencia temporal, aprovechando las diferencias en requerimientos de las distintas especies a través de sus etapas de crecimiento y desarrollo.

¿Cómo se puede lograr una buena complementación en el uso de los recursos?

Esto se puede lograr distribuyendo los cultivos de manera adecuada en el terreno; también se pueden alterar las proporciones de cada especie en el policultivo, para ello es necesario conocer los requerimientos de las diferentes especies; por ejemplo, se puede disponer la densidad de las plantas de acuerdo con su tolerancia a la sombra. También se puede diseñar la distribución de las plantas de modo que se complementen en el uso de agua y nutrimentos. Por ejemplo, plantar árboles de raíces profundas (Acacia o Prosopis), en asociación con cultivos de raíces relativamente superficiales como millón, sorgo, etc.

Una vez escogida una alternativa que parece responder a todo, o a la mayoría de los criterios de aceptabilidad, se realiza un diseño del sistema. El diseño consiste en determinar las características y el funcionamiento del sistema que se pretende poner en práctica. El diseño se realiza en varias etapas. Por ejemplo, el diseño de un sistema de conservación del suelo con barreras vivas y/o árboles intercalados:

1. Determinar las funciones del sistema: Su función principal en el ejemplo será el control de la erosión, pero también puede aportar otras ventajas como la producción de leña, forraje y frutos.
2. Ubicar el sistema: En qué lugar de la finca, en qué "subsistema" va a funcionar. En el ejemplo, la pregunta sería ¿en cuáles parcelas de cultivos de ciclo corto o de cultivos perennes, se van a colocar las barreras vivas y los árboles intercalados?
3. Determinar los componentes del sistema: Combinaciones de especies de árboles, cultivos y/o animales.
4. Definir las formas del sistema: Los marcos de plantación o espaciamiento, distancias entre barreras vivas, etc.
5. Definir el manejo del sistema: Modo de establecimiento (métodos de plantación, vivero, calendario), asignación de responsabilidades (¿quién será responsable, y cómo se manejará el sistema?), necesidades y costos (insumos, mano de obra, etc.).

6. Opciones alternativas: En muchos casos, frente a un problema planteado, se pueden encontrar varias opciones (sistemas) o diferentes diseños. La selección se hace de acuerdo a criterios de aceptabilidad, principalmente:

La rentabilidad de la alternativa: se evalúan costos (en trabajo, semillas, herramientas y demás insumos) y se comparan con los productos y servicios que se pueden esperar (en dinero o en productos utilizados en el ámbito de la finca). A menudo se comparan cosas difíciles de medir, sobre todo en caso de resultados no comercializables (conservación). La factibilidad de la alternativa: se estudian posibles impedimentos económicos, sociales, culturales, ecológicos, etc.

¿Cómo se diseña una combinación en el terreno?

Si luego de analizadas las variables antes mencionadas, se ha decidido que se quiere tener un 25% del terreno sembrado con cierta especie de árbol, existen distintas maneras de lograr esta proporción, en combinaciones que darán diferente longitud de la zona de contacto entre árboles y cultivos. Por ejemplo, habrá menor contacto entre árboles y cultivos si se colocan los árboles en grupos en una parte del terreno, o alrededor del campo, que si éstos están individualmente esparcidos por toda el área, o en líneas intercaladas. De manera que la disposición de los árboles en el terreno se escogerá de acuerdo a si se quiere maximizar el contacto entre árboles y cultivos (cultivo en callejones), o si por el contrario, se desea mantener las interacciones al mínimo, debido a la competencia (pequeños bosquetes en potreros, cercas vivas).

Conociendo los requerimientos de cada especie, se pueden diseñar sistemas para satisfacer los requerimientos de cada una, por ejemplo si nos referimos a requerimientos de luz (existe bastante información sobre esto en cuanto a las especies agroforestales), se pueden aplicar las siguientes consideraciones:

La orientación de las hileras de los árboles afecta la utilización de la luz por parte de los cultivos entre las líneas; en zonas tropicales, la disposición de norte a sur recibe luz directa en el centro del espacio entre las hileras solamente al mediodía, mientras que una hilera de este a oeste la recibe el día entero. Hileras con orientación irregular en el terreno recibirán luz de una manera desigual. Todo esto cambia de acuerdo a la latitud del sitio. En general, la disposición en hileras de cultivos y árboles facilita el manejo del sistema posibilitando tareas como la poda, retirada de residuos o de árboles que se quieran cosechar. Si las plantas hacen uso diferente de los recursos a lo largo del año, se puede diseñar el sistema espaciando las fases del ciclo de vida de los diversos cultivos de manera adecuada. Por ejemplo, en algunas especies las plántulas son tolerantes a la sombra, pero no lo son en la etapa adulta, en ese caso, en el diseño del sistema se considerará que cada especie llegue al estado adulto en un momento diferente. Esto se puede lograr de la manera siguiente:

1. Plantando cultivos que alcancen la misma altura, pero que tengan ciclos de vida diferentes;

2. Plantando especies que alcancen diferentes alturas, de manera que las más bajas maduren antes que las más altas;
3. Plantando cultivos en diferentes momentos de la temporada de lluvias;
4. Sembrando cultivos que puedan trepar los tallos de las plantas que fueron sembradas antes que ellas;
5. Minimizando la sombra que produce la especie más alta, podando los árboles o plantando árboles deciduos.

### Elaboración de un plan de manejo

Se podría suponer que el esfuerzo inicial de seleccionar un sistema agroforestal, ponerlo en práctica y aplicar las técnicas de manejo más obvias sería suficiente y llevaría al éxito del sistema implantado; en realidad, tiene sentido pensar que los requerimientos de manejo serán dictados por las necesidades del momento. Sin embargo, la planificación del manejo permite prevenir y prepararse mejor para responder a las necesidades del sistema de manera más rápida y efectiva. Un plan de manejo consiste en contar con una idea clara sobre cómo y cuándo realizar esas tareas; algunas veces se plasma en forma de guía, donde se describe el momento y el tipo de práctica por aplicar en el sistema agroforestal. El plan puede ser muy sencillo, en el caso de una finca pequeña, o más complicado, según el tamaño de la unidad de producción y los sistemas agroforestales utilizados. Para elaborarlo son consideradas la estructura y la función del sistema de producción, es decir, los componentes, las relaciones entre ellos y los cambios a través del tiempo. Es conveniente, también, relacionar el plan con la sostenibilidad y el impacto ecológico del sistema. A partir de este esquema, se puede elaborar una lista de prácticas necesarias para cada elemento, con el fin de mantener o mejorar algunas de las relaciones entre los componentes de la asociación y responder a nuevas necesidades. Como las necesidades de manejo varían a lo largo del tiempo es muy útil estar preparado de antemano; en esto la planificación del manejo también sirve para prever fluctuaciones de precios de ciertos insumos; si se sabe con suficiente anterioridad cuáles son las necesidades, se puede anticipar la compra de insumo o la contratación de mano de obra.

De esa manera se estará mejor preparado para afrontar riesgos y emergencias. Es aconsejable revisar periódicamente el plan, con el fin de comprobar si se continúa adaptando a las condiciones y necesidades. Los datos de la evaluación del sistema proporcionan una base para el cambio en el plan de manejo.

## *6.7.4 MANEJO DE PLANTAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES*

### *6.7.4.1 ELECCIÓN DE ESPECIES.*

¿En qué se basa la elección de especies de plantas como componentes de un sistema agroforestal?

Las especies son escogidas utilizando los siguientes criterios:

- a) Intentar modificar un sistema existente, en lugar de introducir uno nuevo.
- b) Dar preferencia a especies locales conocidas por los agricultores.
- c) Tratar de lograr un uso complementario de los recursos.
- d) Evitar efectos alelopáticos.

Es preferible modificar un sistema existente que llevar a cabo una innovación total, pues las posibilidades de aceptación y de éxito son mayores si se trata de técnicas ya conocidas. En la elección de especies de plantas adecuadas se puede seguir un criterio semejante y favorecer a las especies locales, o bien a aquellas cuyo uso es conocido por los agricultores; de ese modo resulta más probable que la modificación sea adoptada y utilizada con éxito.

#### 6.7.4.2 BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LAS ESPECIES.

La información sobre biología y ecología de las especies indicará cuáles son los requerimientos de luz, de nutrientes y de agua de cada cultivo. Por ejemplo, con respecto a los requerimientos de luz, como el maíz no es tolerante a la sombra se elegirá esta especie para sistemas de cultivos en callejones, pero no se la asociará con especies que provean una sombra densa al cultivo.

El trigo y el arroz son tolerantes a las altas densidades de siembra pero no resisten la sombra durante el llenado y maduración de los granos, de modo que deben asociarse de manera que puedan recibir bastante luz en este periodo.

Las especies tolerantes a la sombra son, en general, aquellas de las cuales se aprovechan sus partes vegetativas, especialmente las hojas, como por ejemplo, árboles para producción de hojarasca y forraje, el té, tabaco, pastos y leguminosas forrajeras. Las especies que producen raíces y tubérculos comestibles como la batata y el ñame pueden tolerar hasta un 50% de sombra sin que se vean afectados sus rendimientos. Los árboles frutales y las palmas son intolerantes a la sombra; por ejemplo, en el banano y la palma africana el exceso de sombra puede aumentar los problemas de plagas y retrasar la maduración de los frutos.

Con respecto a los recursos minerales, algunas especies están adaptadas para crecer en suelos pobres. Si por tal razón estas mismas especies tienen rendimientos relativamente bajos, su productividad no disminuirá mucho con la sombra; como sucede por ejemplo con algunas variedades de café o cacao de bajos rendimientos.

Las especies fijadoras de nitrógeno soportarán mejor una deficiencia de este elemento, siempre que haya buena disponibilidad de fósforo y potasio. El sorgo, mijo y otros cereales que tienen altos requerimientos de nitrógeno pueden ser bien cultivados con el uso de abonos verdes; otros cultivos más bajos no resultan adecuados para esta técnica, o deben utilizarse para el abono verde especies de poca altura y no trepadoras.

### 6.7.4.3 FENOLOGÍA DE LAS ESPECIES.

La fenología de una especie indica cuál es el momento y cuáles son las condiciones ecológicas favorables para las diferentes etapas en el ciclo biológico de la misma: crecimiento vegetativo, desarrollo, reproducción, fructificación. Considera así mismo, cuáles son los periodos y condiciones más favorables para las prácticas de poda, fertilización y cosecha, y en qué condiciones las especies son más susceptibles a problemas como sequía, escasez de nutrientes e incidencia de plagas u otros factores que puedan afectar la producción.

El conocimiento de la biología y la fenología de las especies y las prácticas de manejo que van a ser utilizadas es un aspecto fundamental para el manejo del sistema. Es necesario, entonces, reunir información, ya sea con base en experiencias anteriores, por medio de otros agricultores, o en publicaciones, en lo posible locales, relacionadas con el tema.

Por otra parte, se trata de elegir las especies y diseñar el sistema de tal modo que las plantas puedan beneficiarse por condiciones aportadas por otras especies; es el ejemplo clásico del uso de árboles de sombra, de especies fijadoras de nitrógeno y de abonos verdes, entre otros.

### 6.7.4.4 CICLO DE VIDA Y PERÍODO VEGETATIVO

El ciclo de vida o período vegetativo de las plantas en los sistemas agroforestales, generalmente se comienza a contar desde el momento en que se siembra la semilla o se produce el traslado de la planta al sitio definitivo (trasplante). (Ver tabla).

Las principales etapas o periodos que se presentan en el ciclo vegetativo de la mayoría de las plantas son:

1. Establecimiento: que incluye la siembra de la semilla, germinación y emergencia, y el trasplante al sitio definitivo.
2. Desarrollo vegetativo: hace referencia al inicio y al máximo macollamiento.
3. Floración: desarrollo y aparición de flores, espigas o panículas.
4. Cosecha: formación de granos o frutos, maduración y recolección.
5. Sostenimiento: la planta se sostiene a través del tiempo (cultivos permanentes)
6. Senectud: estado longevo de la planta, declina su actividad productiva.
7. Desaparición de la planta: después de la cosecha en cultivos transitorios. Aprovechamiento en árboles forestales y tala en frutales cuando declina su producción.



Nombre común	Periodo vegetativo (días)	Altura m.s.n.m	Temperatura ° C	Precipitación mm/año
Arroz riego	90 - 110	0 - 900	25 - 40	Riego
Arroz seco mecanizado	90 - 120	0 - 900	25 - 40	1000 - 2500
Arroz seco manual	114 - 140	0 - 900	25 - 40	1000 - 2500
Avena	180 - 240	2100 - 3500	15 - 21	700 - 1000
Cebada	130 - 140	1800 - 3200	11 - 18	800 - 1250
Centeno	220 días	1500 - 2200	10 - 18	500 - 1500
Maíz t(clima cálido)	125 - 165	0 - 1000	24 - 30	1200 - 1800
Maíz (clima medio)	140 - 170	1000 - 2000	12 - 24	800 - 1800
Maíz (clima frío)	180 - 250	2000 - 3400	14 - 28	1300 - 2000
Maíz millo	120 - 200	0 - 2800	17 - 32	1000 - 2000
Quinua (trigo inca)	120 - 240	1800 - 3500	9 - 18	400 - 1200
Sorgo	100 - 150	0 - 1500	21 - 32	430 - 630
Trigo	150 - 180	2100 - 3000	11 - 18	600 - 800

*Tabla 14: Cultivos transitorios. Cereales cosechados para grano.*

Achira	120 - 210	0 - 100	24 - 30	600 - 1200
Arracacha	330 - 400	1800 - 2600	15 - 16	800 - 1500
Batata	150 - 180	1800 - 2400	15 - 28	500 - 600
Chuguas	270	1500 - 4000	6 - 22	500 - 1500
Cubios	155 - 245	3000 - 4000	6 - 12	500 - 1000
Ibias	210 - 240	2400 - 3600	8 - 14	500 - 1500
Mafafa	180 - 360	0 - 3000	12 - 30	2000 - 3000
Malanga	180 - 540	0 - 2000	23 - 30	1800 - 2500
Ñame	300 - 360	0 - 2000	20 - 30	800 - 1500
Papa	150 - 180	2000 - 3500	10 - 16	500 - 900
Papa criolla	90 - 130	2000 - 3500	10 - 16	500 - 1200
Yuca dulce	8 - 24 meses	0 - 1800	18 - 30	800 - 1200
Yuca brava (mandioca)	8 - 12 meses	0 - 900	24 - 32	2000 - 4000

*Tabla 15: Cultivos transitorios. Tubérculos, raíces y bulbos.*

Nombre común	Periodo vegetativo (días)	Altura m.s.n.m	Temperatura ° C	Precipitación mm/año
Ajonjolí	90	400 - 800	> 25	900
Canola	120 - 150	2000 - 3000	18 - 24	400 - 800
Girasol	90 - 160	0 - 2800	15 - 32	800 - 1500
Maní	365	0 - 1250	24 - 30	500 - 1000
Soya	75 - 130	0 - 1800	19 - 30	500 - 800

*Tabla 16: Cultivos transitorios. Oleaginosas.*

Ajo	140 - 180	1700 - 3000	12 - 18	500 - 1500
Cebolla cabezona	90 - 150	1000 - 2500	18 - 22	800 - 1600
Nabo	40 - 60	2000 - 2500	15 - 18	500 - 1400
Puerro	150 - 160	2000 - 2800	15 - 18	700 - 1600
Rábano	25 - 30	1800 - 2500	15 - 18	700 - 1600
Remolacha	110 - 140	1800 - 2800	13 - 16	700 - 1400
Zanahoria	120 - 150	1500 - 2800	12 - 16	700 - 1400

*Tabla 17: Cultivos transitorios. Hortalizas (de raíz).*

Ahullama (Zapallo)	90 - 120	0 - 2000	18 - 30	400 - 600
Berenjena	70 - 110	0 - 1200	21 - 32	500 - 700
Calabaza	40 - 60	1600 - 2800	12 - 24	700 - 1600
Melón	60 - 80	0 - 1000	24 - 30	600 - 900
Papa cidra	80 - 145	0 - 700	25 - 40	1500 - 2800
Pepino cohombro	40 - 60	500 - 1800	18 - 28	700 - 1000
Pimentón	120 - 140	0 - 2100	18 - 24	600 - 1250
Sandía (patilla)	80 - 110	0 - 1000	24 - 32	400 - 800
Tomate (jitomate)	65 - 80	0 - 600	27 - 30	1000 - 1500
Tomate (jitomate)	70 - 90	600 - 1200	20 - 27	1000 - 1500
Tomate (jitomate)	80 - 100	1200 - 1800	18 - 20	1000 - 1500

*Tabla 18: Cultivos transitorios. Hortalizas (de fruto).*

Apio	100 - 180	1800 - 2800	15 - 22	1500 - 2800
Col	60 - 120	1600 - 2500	12 - 18	1000 - 1500

*Tabla 19: Cultivos transitorios. Hortalizas (de tallo).*

Nombre común	Periodo vegetativo (días)	Altura m.s.n.m	Temperatura °C	Precipitación mm/año
Alcachofa	150 - 360	1200 - 3500	5 - 20	800 - 1500
Brócoli	100 - 115	1800 - 2800	15 - 18	800 - 1500
Coliflor	75 - 120	2000 - 3000	15 - 18	300 - 700

*Tabla 20: Cultivos transitorios. Hortalizas (de flor).*

Acelga	60 - 240	1200 - 2500	15 - 18	500 - 800
Berros	60 - 140	1600 - 2500	15 - 20	500 - 800
Cebolla junta (rama)	120 - 160	1500 - 3000	12 - 20	600 - 1200
Cilantro	45 - 60	800 - 2800	15 - 20	600 - 1500
Col de bruselas	100 - 150	1600 - 2500	15 - 20	500 - 1400
Espinaca	50 - 80	1800 - 2800	15 - 20	500 - 1600
Lechuga	60 - 110	1200 - 3000	15 - 18	400 - 500
Perejil	60 - 120	2400 - 2800	15 - 18	500 - 1200
Repollo	85 - 110	1500 - 2800	15 - 20	500 - 1100

*Tabla 21: Cultivos transitorios. Hortalizas (de hoja).*

Arveja (guisante)	40 - 100	1800 - 2800	15 - 18	300 - 400
Caupi (arveja o frijol de vaca)	90 - 150	0 - 1500	20 - 35	600
Frijol (clima cálido)	85 - 100	0 - 1000	24 - 30	600 - 1200
Frijol (clima templado)	95 - 150	1000 - 2000	24 - 12	800 - 1500
Frijol poroto (clima frío)	160 - 285	2000 - 4000	6 - 12	1000 - 2000
Garbanzo	90 - 180	2000 - 3000	12 - 16	700 - 1200
Haba	120 - 150	2000 - 3000	10 - 18	500 - 1300
Habichuela	90 - 120	800 - 2200	16 - 24	500 - 1500

*Tabla 22: Cultivos transitorios. Hortalizas (de semilla o leguminosas verdes).*

Arveja seca	55 - 100	1000 - 2000	24 - 15	300 - 400
Frijol (clima cálido)	95 - 120	0 - 1000	24 - 30	500 - 1100
Frijol (clima medio)	95 - 130	1000 - 2000	12 - 24	500 - 1100
Frijol poroto (clima frío)	160 - 320	2000 - 4000	6 - 12	1000 - 2000
Garbanzo	90 - 180	2000 - 3000	12 - 16	600 - 1100
Haba	120 - 150	2000 - 3000	10 - 18	500 - 1100
Lenteja	80 - 110	2000 - 3800	10 - 18	350

*Tabla 23: Cultivos transitorios. Hortalizas (leguminosas principalmente para grano).*

Nombre común	Periodo vegetativo (días)	Altura m.s.n.m	Temperatura °C	Precipitación mm/año
Algodón, Algodonero	120	0 - 1000	24 - 31	800
Estropajo	90 - 100	800 - 1500	28 - 24	300 - 900

*Tabla 24: Cultivos transitorios. Fibras o Textiles.*

Achira	120 - 210	0 - 1000	24 - 30	600 - 1200
Alfalfa	90 - 180	700 - 2800	12 - 24	700 - 1400
Avena	180 - 240	800 - 2500	15 - 24	700 - 1000
Centeno	220	700 - 2500	15 - 24	700 - 1500
Col	60 - 120	800 - 2000	10 - 18	1000 - 1500
Colinabo	100 - 150	800 - 2000	10 - 18	1000 - 1500
Girasol	90 - 160	0 - 2800	15 - 25	800 - 1500
Quinoa	120 - 240	1800 - 2500	15 - 18	500 - 1500
Remolacha	110 - 140	1800 - 2800	13 - 16	700 - 1400
Sorgo	100 - 150	0 - 1200	24 - 28	400 - 600
Soya	75 - 130	800 - 2500	15 - 24	500 - 800
Yuca	8 - 24 meses	0 - 1800	18 - 30	800 - 1200
Zanahoria	120 - 150	1500 - 2800	12 - 16	700 - 1500

*Tabla 25: Cultivos Forrajeros.*

Marihuana	8 - 12 meses	2000 - 2800	16 - 18	300 - 600
Tabaco negro	4 - 6 meses	0 - 1500	21 - 30	500 - 1500
Tabaco rubio	4 - 6 meses	0 - 1500	22 - 30	500 - 1500

*Tabla 26: Cultivos Narcóticas*

Nombre común	Periodo vegetativo (años)	Altura m.s.n.m	Temperatura °C	Precipitación mm/año
Aguacate	20	0 - 2000	20 - 29	1000 - 2000
Algarrobo	30	0 - 2000	13 - 25	700 - 1500
Almendro	30	400 - 2000	15 - 28	700 - 1500
Anón	3 - 15	0 - 1000	20 - 38	1500 - 2500

*Tabla 27: Cultivos Permanentes Arboles*

Nombre común	Periodo vegetativo (años)	Altura m.s.n.m	Temperatura °C	Precipitación mm/año
Arbol del pan	20	0 - 1000	24- 30	2000 - 3000
Brevo	5	1500 - 2500	16 - 22	1500 - 2500
Caimo	7 - 8	0 - 1500	18 - 32	2500 - 3500
Carambolo	28 - 30 meses	0 - 1200	24 - 30	1500 - 2800
Caucho	25	0 - 1200	22 - 30	1500 - 3000
Cerezo	15	400 - 1000	20 - 25	800 -1200
Ciruelo	15	2000 - 3000	15 - 28	800 - 1200
Chachafruto	20	1600 - 2300	17 - 25	1500 - 2800
Chirimoya	15	1300 - 2200	24 - 32	900 - 1200
Durazno	15	2000 - 3000	14 - 16	800 - 1200
Guamo	15	1000 - 2400	15 - 24	900 - 1200
Guanábano	15	0 - 1500	24 - 32	800 - 1200
Lima	18	0 - 2000	18 - 30	1600 - 2000
Limón	20	0 - 2100	13 - 39	900 - 1200

*Tabla 28: Cultivos Permanentes Arboles.*

Madroño	18	700 - 2800	18 - 25	1200 - 2000
Mamey	15	0 - 1000	24 - 30	1500 - 2000
Mamoncillo	18	0 - 1000	24 - 30	1500 - 2000
Mandarino	18	0 - 2000	18 - 30	1600 - 2000
Mango	20	0 - 1500	24 - 36	500 - 1500
Mangostan	15	0 - 1500	21 - 30	1000 - 1800
Manzano	15	1400 - 2900	15 - 18	800 - 1300
Marañón	18	0 - 800	18 - 28	900 - 1200
Naranja	25	0 - 2100	13 - 39	900 - 1200
Níspero	15	0 - 1200	18 - 32	500 - 1500
Nogal	20	800 - 2200	14 - 26	1600 - 2000
Olivo	18	1800 - 2800	12 - 18	800 - 1300
Pero	15	2000 - 2800	15 - 18	800 - 900
Tamarindo	20	0 - 600	16 - 32	2000 - 2500
Toronja	17	0 - 2000	18 - 30	900 - 1200
Totumo	18	1000 - 1700	18 - 25	1500 - 2500
Zapote	18	0 - 1200	24 - 30	1500 - 2000

*Tabla 29: Cultivos Permanentes Arboles.*

Achiote	10	0 - 1700	18 - 32	800 - 1000
Ají	10	600 - 1500	18 - 24	1000 - 2500
Borojó	30	0 - 800	28	> 4000
Cacao	15	0 - 1300	23 - 28	1400 - 2500
Café Variedad Típica	15 - 25	200 - 2200	16 - 28	1500 - 2500
Café Variedad Borbón	8 - 12	800 - 2000	18 - 25	1500 - 2500
Café Variedad Caturra	6 - 7	1200 - 1800	17 - 22	1800 - 2500
Café Variedad Colombia	6 - 7	1200 - 1800	17 - 22	1800 - 2500
Coca, hayuelo	10	0 - 1500	24 - 35	2000 - 3000
Granado	15	700 - 1500	18 - 24	1800 - 2500
Guayabo	Indefinido	0 - 1800	18 - 28	1000 - 2000
Guayaba agria	15	0 - 1500	18 - 28	1000 - 2000
Higuerilla	A partir de 6 meses	0 - 2600	18 - 30	500 - 3000
Badea	5	0 - 1200	18 - 32	1000 - 2000
Caña de azúcar	8 a 12 meses	0 - 1200	18 - 38	1500 - 1750
Caña panelera	8 a 12 meses	0 - 1200	18 - 25	1500 - 1800
Caña panelera	15 meses	1200 - 1500	18 - 28	1500 - 1800
Caña panelera	18 meses	1500 - 1900	18 - 28	1500 - 1900
Curuba	8 - 10	1500 - 3200	8 - 20	1400 - 2000
Espárragos	10	2000 - 2800	15 - 20	2000 - 2600
Fresa	18 - 20 meses	1800 - 2900	12 - 18	700 - 900
Lulo	3	1400 - 2000	15 - 18	1000 - 1500
Maracuyá	3	0 - 1200	22 - 30	800 - 1500
Papayo	3	0 - 1600	17 - 38	1500 - 2000
Piña	3	200 - 1200	21 - 27	1000 - 1500

*Tabla 30: Cultivos Arbustos y Herbáceos.*

## 7. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL PARA EL MUNICIPIO DE TURMEQUÉ, EN BOYACÁ.

Cuando pensamos en diseñar un sistema agroforestal, en primera instancia, en la mayoría de los casos estudiados en Colombia se guían por un solo parámetro y concepto, no se incluye la dinámica natural del medio ambiente y sus relaciones con la población que convive en el lugar. Es decir separan las diferentes prácticas y no se establece las diferentes dinámicas existentes en el lugar. Se hace entonces imprescindible implementar metodologías que contribuyan a conocer: Las especies vegetales y animales propias del sector, establecer la estratificación de la vegetación, la biodiversidad existente, establecer las diferentes riquezas hídricas y por último el análisis de selección de diferentes especies que se pueden adaptar al lugar, para cada tipo de suelo que encontramos. En general se requiere una herramienta metodológica de cómo se diseñan sistemas agroforestales que conlleven desarrollo social, económico y ambiental a la zona de estudio o de cultivo.

Para continuar con el estudio de los sistemas agroforestales en la zona rural del municipio de Turmequé, visitamos al lugar y desarrollamos unas encuestas para obtener una idea precisa de cómo se encontraba la vereda, por donde debíamos iniciar el diseño del SA y como proponer esta idea proyecto a los habitantes a fin de que encontraran y recuperarán parte de sus tierra las habían sufrido afectaciones por la actividad minera desarrollada cerca a ese lugar. A continuación presentamos los análisis que se hicieron.

### 7.1 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE TURMEQUÉ.

Los inventarios forestales constituyen la herramienta de la cuantificación ordenada de las características de crecimiento y desarrollo de un bosque para su óptimo aprovechamiento y conservación, para realizar ésta cuantificación, es necesario diseñar un tipo de inventario, en donde sus características principales son: la distribución, forma, tamaño y número de muestras, las cuales deben ser adecuadas para cada tipo de bosque. Un inventario forestal es el método usado para medir y registrar los datos del bosque, procesar estos datos de campo para obtener así información de la cantidad y calidad de los árboles y características del área boscosa, con un grado de detalle y precisión de acuerdo al objetivo previsto y la exactitud requerida.

Antes de profundizar en el sector forestal, es importante señalar que uno de los factores estratégicos de la producción forestal es la disponibilidad de personas capacitadas, ya que es una producción mano de obra intensiva. La población rural, su nivel de especialización y su disponibilidad de jornales para la actividad forestal son un recurso estratégico para el desarrollo en el sector. [29]

La tabla a continuación propone una metodología de selección del sistema agroforestal mediante una ponderación según los criterios plasmados, entre sostenibilidad se asignan valores hasta 50 siendo 50 el más importante, se asigna una calificación de 1 a 5 a cada criterio siendo 5 el mayor importancia, y el producto de estas dos columnas nos da el resultado de lo que más necesitamos de un sistema agroforestal.

PARAMETRO	PONDERACION	CALIFICACION SAF	RESULTADOS SAF
SOSTENIBILIDAD	10	1	10
PRODUCTIVIDAD	25	5	125
VIABILIDAD FINANCIERA	15	3	45
OTRO			
ADOPCION			

*Tabla 31: Determinación del SAG.*



## 7.2 SELECCIÓN DE ESPECIES PARA EL SISTEMA AGROFORESTAL DEL MUNICIPIO DE TURMEQUÉ, BOYACÁ.

Los cultivos predominantes en la zona son: Papa, cebada, trigo y maíz. En los sectores próximos a núcleos urbanos se cultivan frutales y hortalizas (pero, manzano, ciruelo, durazno, curuba, arveja y haba). Existen plantaciones de eucaliptus, acacias y pinos, las cuales se limitan a rodales pequeños de Eucalyptus globulus, Pinus radiata y Acacia decurrens sin ninguna proyección industrial pero que actúan medianamente como barreas rompe vientos.

A continuación se presenta los productos frutícolas más reconocidos y competitivos de la zona[30]:

Corredor Midas	Producto	Altamente competitivo	Competitivo	Competitividad incierta	No competitivo	
		CRD $\leq$ 0,50	0,50 < CRD $\leq$ 0,90	0,90 < CRD $\leq$ 1,10	CRD > 1,10	Total General
4. Magdalena Medio - Santanderes - Boyacá	Aguacate	1	1			2
	Apícola			1		1
	Brócoli	1				1
	Cacao	3	4	1	1	9
	Caucho	1				1
	Cebolla	1	1	2	1	5
	Huevo				1	1
	Leche		1	2	2	5
	Lulo		1			1
	Maracuyá				1	1
	Melón		3			3
	Mora		1	1	1	3
	Palma		1	1		2
	Piña			1		1
	Plátano		1			1
	Queso				1	1
	Sandía		1			1
	Tomate		1	1		2
	Uchuva				1	1
	Yuca		2		1	3
<b>Total Magda. Medio-Santanderes-Boyacá</b>		<b>7</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>45</b>

Tabla 32 Número de Casos Agropecuarios Evaluados por Departamento y Producto.

Los frutales establecidos en la parcela agroforestal presentan una cosecha de frutas al año, el durazno produce en los meses de febrero y marzo; el ciruelo en enero y febrero; el pero en abril, mayo, junio y julio y el manzano en febrero, marzo y abril. La primera cosecha en duraznos y ciruelos se presenta en el segundo año y se estabiliza a partir del tercero; en pero y manzano, hay baja producción después del tercer año y se estabiliza en el quinto. El



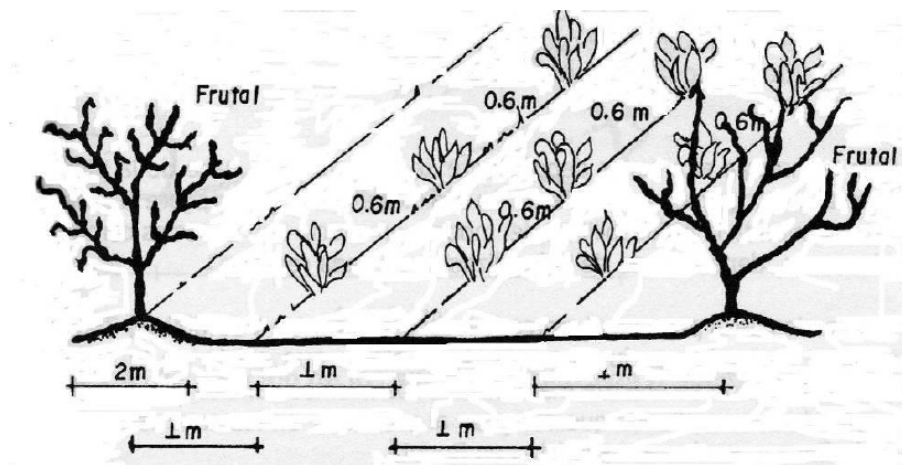
ciclo vegetativo para el durazno y ciruelo se estima en 15 años y en el caso de los peros y manzanos se promedia en 40 años.

### 7.2.1 ASOCIACIÓN FRUTÍCOLA Y AGRÍCOLA EN BOSQUE SECO MONTANO BAJO.

- (Durazno - Ciruelo - Manzano - Pero) - (Papa o Maíz o Curuba)

#### 7.2.1.1 Papa como intercalado.

Actualmente se establece este cultivo a manera de intercalado entre los huertos de frutales; en el primer y segundo año de establecido el huerto, se siembran tres surcos de papa entre los surcos de árboles frutales, distanciados el primero y el último a un metro del surco de los árboles frutales y a un metro entre surcos de papa y en el tercer año desaparece como intercalado. Con este sistema se obtiene una densidad de solo 12.500 plantas de papa por hectárea.



*Ilustración 30: Disposición de los surcos de papa con respecto al huerto final.*

El agricultor sabe con precisión que el cultivo intercalado no puede estar más cerca del árbol, pues las labores de deshierbe y aporque producen heridas al sistema radicular, incidiendo directamente en la calidad y cantidad de frutos.

El cultivo intercalado de papa es considerado por los agricultores como alternativa para obtener algún producto y efectuar labores de mantenimiento del huerto frutícola simultáneamente y mediante el siguiente proceso:

Al momento de la siembra se incorpora en el surco espolvoreado el insecticida para controlar el gusano que ataca la semilla; algunos agricultores están ensayando hacer

solamente una inmersión de semilla en una solución del producto y otros utilizan como insecticida la Creolina, también con buenos resultados. Empezando la germinación y desarrollo, se implementa la primera desyerba del cultivo.

Después de este desyerbe y al incrementarse el área foliar del cultivo, se aplica cada 8 días un insecticida sistémico como el Curacrón y otros, rotándolos, en dosis de 10 a 20 cc. / 20 litros de agua, para prevenir y controlar el ataque de pulgones que según los agricultores se presentan por estar cerca de los árboles frutales. Adicionalmente se efectúa el control de la goma de la papa aplicando cada 10 a 12 días fungicidas como el Ridomil, el Orthocide 50, el Dithane M-45, etc., rotados y en dosis de 20 a 30 gr. /20 litros de agua; cuando el ataque es inminente llegan a aplicar 2 cucharadas (aproximadamente 20 gr.) de Antracol para 20 litros de agua. Es claro para el productor que la sombra del árbol frutal genera goma.

Esta tecnología altamente dependiente de agroquímicos hace de la papa un intercalado poco recomendable por su alta incidencia negativa sobre la ecología; se recomienda la replicabilidad del **modelo en asocio con especies como frijol y/o arveja**, dependiendo de la localización de cada región.

#### 7.2.1.2 Maíz como intercalado.

Este cultivo se intercala exactamente igual que en el caso de la papa, estableciendo tres líneas entre surco del huerto de frutales; a diferencia de la papa, solo genera para el huerto labores culturales de mantenimiento como los desyerbes, pues los requerimientos de agroquímicos en este caso son mucho más bajos y al contrario, las aplicaciones que tradicionalmente se hacen a los árboles frutales son efectuadas simultáneamente al maíz.

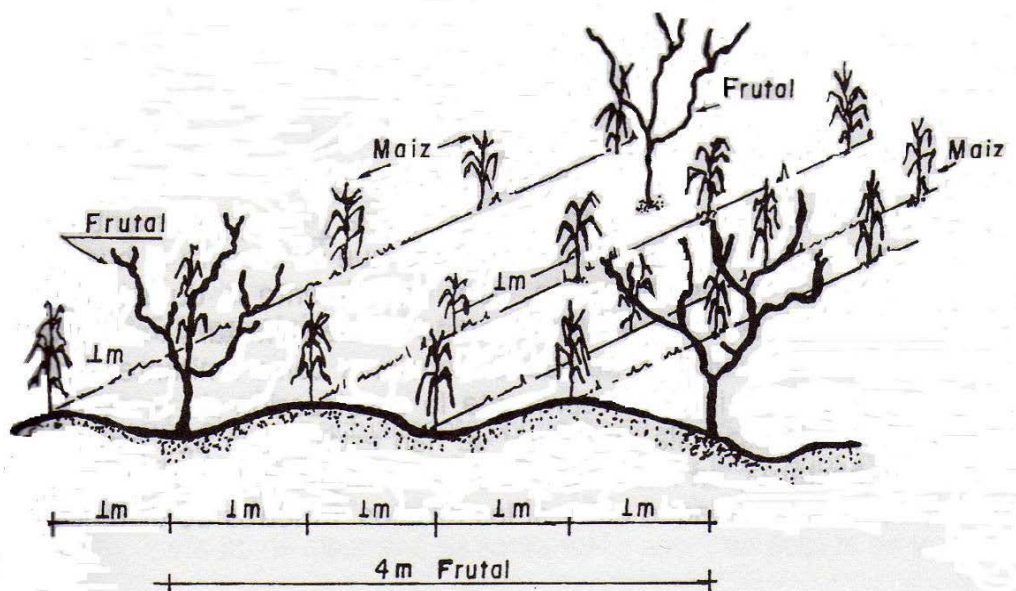
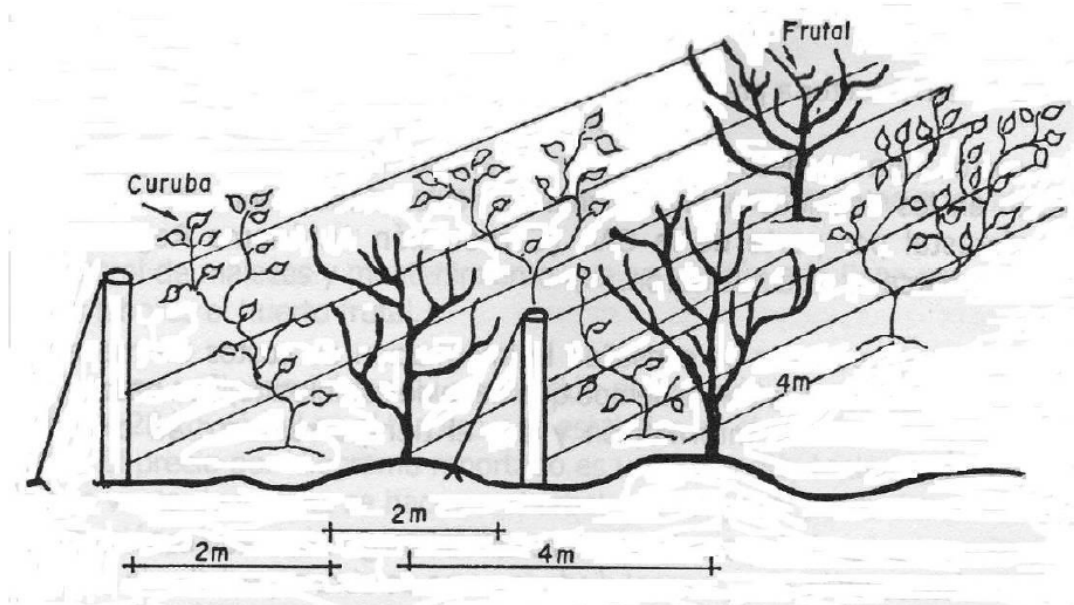


Ilustración 31: Disposición de los surcos de maíz con respecto al huerto de frutales.

Se establecen durante los dos primeros años después de establecida la parcela agroforestal. Aproximadamente 5.000 plantas de maíz, distanciadas entre sí a un metro, al cuadrado y conservando un metro de distancia entre el sitio del árbol y el primer y último surco de maíz.

### 7.2.1.3 Curuba como intercalado

El cultivo de curuba está siendo implementado cada día más en el sector, teniendo en cuenta que su desarrollo es sanitaria y vegetativamente fácil; coincide en su ciclo productivo con el tiempo que se demora el huerto de frutales en lograr su estabilización, pues actualmente la duración de la curuba es de 4 años y en ese mismo tiempo el huerto frutal ya no permite asociarse con otros cultivos. Se puede mencionar como limitante el costo que para su establecimiento representa la construcción de la espaldera sobre la cual se desarrolla el cultivo; se han establecido 625 plantas de curuba por hectárea, en líneas que van por el centro de los surcos de los árboles frutales, guardando entre sí los mismos 4 metros de distancia de estos.

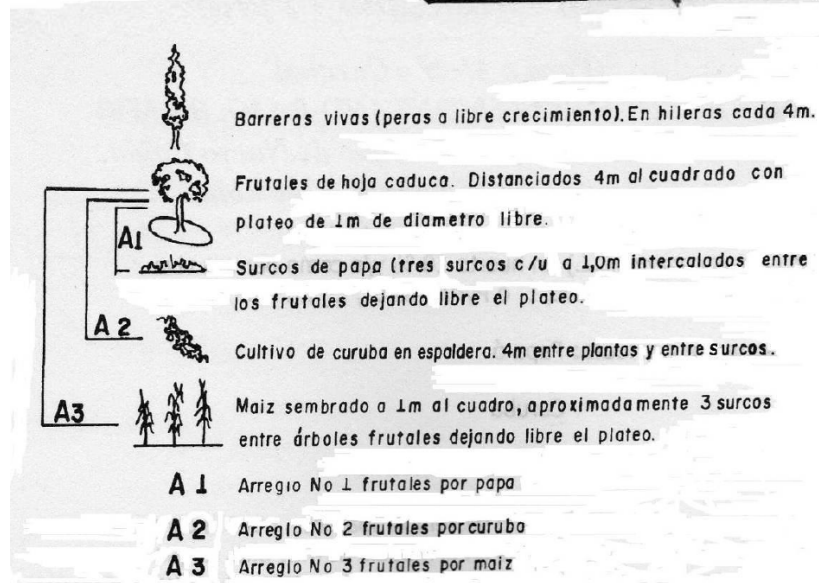
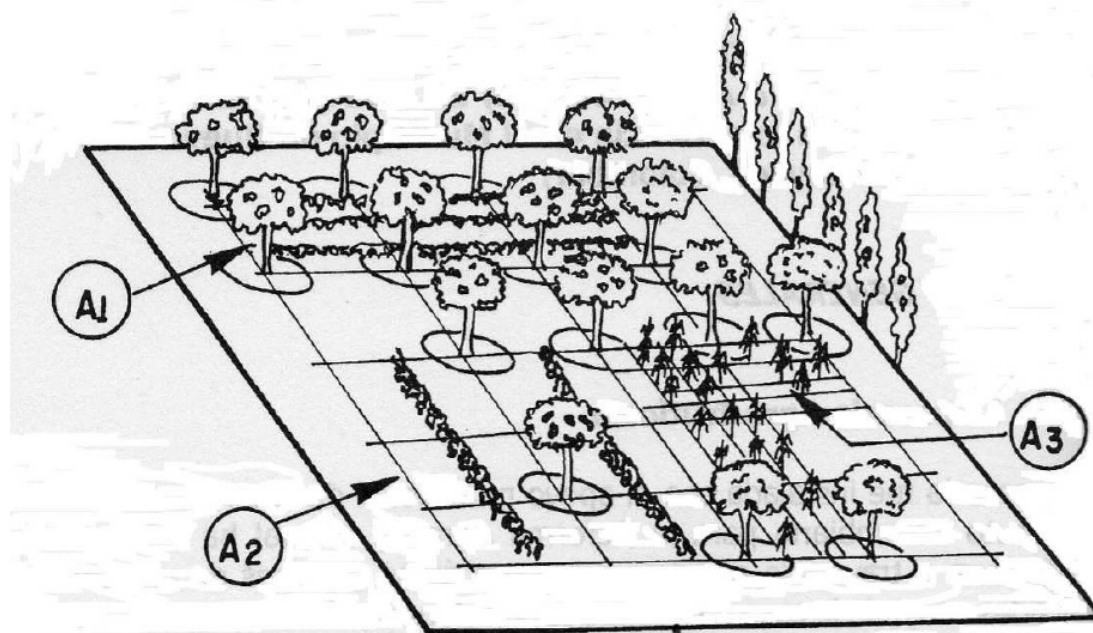


*Ilustración 32: Disposición de la Curuba con respecto a los frutales.*

Además de los costos financieros que implica el uso de tutores muertos, su impacto ecológico negativo sobre el bosque nativo de la región es muy incidente, se sugiere entonces la implementación del uso de tutores vivos con especies como el Aliso (*Alnus jorullensis*) y acacias de clima frío (*Acacia* sp.); estas especies pueden implementarse también a manera de barreras vivas que suministrarían la madera necesaria para los tutores muertos y actuarían como barreras vivas rompe vientos.

Como en el caso del maíz, la curuba recibe los tratamientos agroquímicos y culturales del huerto de frutales. El sistema radicular de la curuba es tan superficial como el de los frutales

y menos resistente a recibir heridas, por lo cual no se establecen otros intercalados cuando existe la curuba.



*Ilustración 33: Diseño agroforestal.*

## 7.2.2 ASOCIACIÓN SILVOAGRÍCOLA

- Pino (*Pinus oocarpa*) con Frijol (*Phaseolus Vulgaris*) y Maíz (*Zea mays*).

### 7.2.2.1 PRÁCTICA SILVOAGRÍCOLA: PINO + MAÍZ + FRÍJOL.

El sistema está compuesto por dos especies agrícolas, maíz y frijol, cultivos tradicionales en la zona en forma de monocultivos y la especie forestal *Pinus oocarpa*, ensayada con anterioridad por la CVC con relativo buen éxito.

### 7.2.2.2 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA.

Una vez realizado el análisis de los sistemas se puede concluir:

- Los mejores resultados obtenidos en alturas para la especie PINO (*Pinus oocarpa*), se obtuvieron en la combinación PINO-MAIZ-FRIJOL y en sistema PINO, observándose un mejor crecimiento en el sistema que combina PINO con FRIJOL.
- La especie PINO (*Pinus oocarpa*) presentó una excelente supervivencia. Presentando muy poca mortalidad y adaptándose bien al suelo y tipo de pendiente en los sistemas.
- En cuanto al estado fitosanitario se observó que todas las especies presentaron un desarrollo altamente bueno, sin observarse diferencias significativas entre los lotes sembrados.
- Los mejores resultados obtenidos en producción para la especie MAIZ (*Zea mays*), se consiguieron con el sistema MAIZ y en la combinación PINO-MAIZ, sin observarse diferencias significativas entre los diferentes sistemas.
- Los mejores resultados obtenidos en producción para la especie FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) se consiguieron en el lote FRIJOL y en la combinación PINO-FRIJOL, sin observarse diferencias significativas entre los diferentes sistemas.
- Económicamente los sistemas agroforestales más rentables en la experiencia fueron el PINO- FRIJOL y el de PINO-MAIZ-FRIJOL, los cuales presentan una alternativa económica viable frente a los cultivos de subsistencia.

El sistema es sostenible agrícolamente por un periodo de 2 años, época en la cual los árboles empiezan a desarrollar fustes con sus copas amplias que empiezan a afectar los cultivos



transitorios por efecto de la sombra y la competencia por nutrientes. A partir de este momento el sistema queda individualizado (solo árboles) y vuelve a tener ingresos por venta de madera hasta los años 8, 12 y 16. Esto es inconveniente para el usuario quien debe soportar un periodo prolongado sin ingresos.

A fin de superar la iliquidez del sistema a partir del tercer año se puede optar por dos alternativas:

- Ingresos, a partir del tercer año, cultivos como Lulo y Mora debajo del pino, ya que ellos toleran la sombra del follaje. Estas especies empiezan a ser comprobadas por la CVC en el sitio, con buenos resultados.
- Proyectar la utilización de sistemas silvopastoriles con la siembra de pastos de corte pero sin ingresar el ganado (animales estabulados o semiestabulados en potreros), con animales de doble propósito y hasta el fin del aprovechamiento de la plantación. Emplear una especie de ciclo más corto, caso de los eucaliptos, que le permitan un ingreso más temprano al productor.

Los sistemas agroforestales analizados indican en esta etapa ser económicamente rentables y se presentan como una alternativa viable para impulsar las actividades de reforestación.

Las prácticas agroforestales son relativamente factibles de realización por cualquier tipo de agricultor (pequeños, medianos y grandes); sin embargo por culminar el sistema en una plantación forestal que excluye los cultivos en etapas posteriores a su establecimiento, es recomendable dirigirlos a medianos y grandes predios donde pueda contarse con áreas para reforestación sin que se afecten las otras líneas productivas de la finca.

Como se puede observar en esta experiencia, el reforestar asociando especies agrícolas es rentable, ya que no existen diferencias en producción entre el sistema agroforestal y los monocultivos.

Con los sistemas agroforestales se puede disminuir el problema de presión por parte de la agricultura migratoria sobre los suelos de vocación forestal.

### 7.2.2.3 REPLICABILIDAD DEL SISTEMA.

El sistema PINO-MAIZ-FRIJOL o sus alternos PINO-MAIZ y PINO-FRIJOL, son factibles de replicar en áreas donde se haya comprobado el buen crecimiento de la especie forestal y donde por tradición se manejen cultivos limpios, como el MAIZ y el FRIJOL, sobre áreas que por lo excesivo de las pendientes se les considera de vocación forestal.

En estas áreas de pendientes fuertes, en donde no hay ningún tipo de coberturas arbóreas, se recomienda realizar la siembra de cultivos por el sistema tradicional de “chuzo” para disminuir los factores de erosión.

Se recomienda efectuar el mínimo de labranza posible en el manejo de estos cultivos con el fin de proteger los suelos.

Se debe crear un grupo interdisciplinario de profesionales y técnicos para la asesoría en la ejecución de este tipo de sistemas, para un mejor manejo tanto del compromiso arbóreo como de cultivos.

### *7.2.3 SISTEMA AGROFORESTAL EUCALIPTO CON CULTIVOS TEMPORALES (YUCA - MAÍZ - FRÍJOL).*

#### *7.2.3.1 EL SISTEMA EUCALIPTO + CULTIVOS TEMPORALES (YUCA – MAÍZ – FRÍJOL).*

El sistema silvoagrícola tiene como componente arbóreo al *Eucalyptus grandis*, asociado en lotes individuales con los componentes agrícolas: Yuca (*Manihot esculenta*), Maíz (*Zea mays*) y Fríjol (*Phaseolus sp.*).

Se trata de asociaciones duales (Eucalipto + cultivo) y no asociaciones múltiples. No mezclan maíz con fríjol porque la sombra del maíz daña al fríjol (arbustivo). Al futuro, se desea probar la asociación fríjol – maíz pero con fríjol de bejuco.

La asociación del eucalipto con los cultivos limpios tiene más beneficios ecológicos y económicos que biológicos. No hay indicios disidentes de que el eucalipto afecte de alguna manera a los cultivos de ciclo corto (yuca – maíz – fríjol) tanto en su crecimiento como en su producción. Esta producción es casi similar en cultivos asociados al árbol como en monocultivos y solo en yuca se aprecie una ligera merma en la producción de lotes bajo sombra. Sin embargo, a la edad aproximada de 4 años la sombra del eucalipto empieza a afectar la producción de los cultivos por lo que esta práctica de asociación solo puede mantenerse hasta esa edad, aunque podría llevarse a unos años más si se hace un manejo de entresacas y podas fuertes al eucalipto para abrir el dosel.

En todos los casos de asociación tanto con yuca, como con maíz o fríjol, las limpiezas periódicas a los cultivos favorecen el crecimiento de los árboles asociados, ya que se propicia una baja competencia de malezas. Económicamente equivale a cero costos de limpiezas para la plantación de eucaliptos y en el caso del fríjol es posible, por ser especie leguminosa, que le esté aportando nitrógeno. El aprovechamiento de la madera (apeo) no afecta los cultivos de ciclo corto ya que esos se desarrollan en los primeros años de plantación (hasta los 4 años) cuando no hay entresacas fuertes.

### 7.2.3.2 COMPONENTE FORESTAL.

La cosecha de madera tiene dos fases: por entresacas entre los años 4 a 11 y por aprovechamiento final de maderas en el año 12. A la fecha solo se han realizado las entresacas.

Por conservarse las mismas densidades de siembra tanto en plantación pura como asociada y al no haber incidencia positiva o negativa de los cultivos temporales sobre el crecimiento de los árboles, la producción forestal es similar en los dos sistemas.

### 7.2.3.3 SOSTENIBILIDAD Y MEJORA DEL SISTEMA.

Desde el punto de vista biofísico el sistema descrito es sostenible a través del tiempo. Las plantaciones de Eucalipto se pueden aprovechar en turnos de 10 a 12 años o menos, aprovechando su facilidad de rebrote y crecimientos más rápidos de segundos rebrotes. Durante los 4 primeros años de cada ciclo es posible mantener las asociaciones con cultivos temporales como los descritos y luego manejar la plantación pura, tal vez asociada con pastos y ganado, siguiendo el plan de entresacas.

Desde el punto de vista económico, surgen inconvenientes en el periodo 4 a 11 años, donde no hay cultivos temporales y donde la venta de maderas por entresaca no le permite los ingresos suficientes para las necesidades del propietario. Durante este periodo podría adelantarse entresacas más tempranas y así eliminar la fuerte sombra para continuar por 2 años más con los cultivos temporales o sembrar pastos, naturales y de corte, para la cría y venta de ganado de engorde. De esta manera podría continuarse con una doble producción por área, por venta de carne y madera, con ingresos tempranos por venta de carne. Otra alternativa silvoagrícola es la introducción al cuarto año de café bajo sombra del eucalipto.

Otra forma de mejorar el sistema es mediante la utilización de semilla mejorada del eucalipto, como la que ofrece Cartón de Colombia y que permitiría posiblemente hasta un 40% mayor de producción de madera de buena calidad.

El sistema de asociación del eucalipto con cultivos temporales es factible de replicabilidad bajo las siguientes circunstancias:

- Que exista un conflicto alto en el uso del suelo, en especial por uso de los cultivos temporales donde deben haber cubiertas boscosas o similares.
- Tener conocimiento previo sobre el crecimiento tanto de la especie arbórea como de las especies agrícolas que forman el sistema de la zona. Estas especies deben tener un buen desarrollo y producción a nivel individual a fin de garantizar el éxito económico del sistema.
- Disponer de un mercado asegurado y canales de comercialización adecuados para los productos del sistema en el caso de que su replicabilidad se extienda a un número alto de usuarios de una misma región; en especial la venta y comercialización de las maderas.



- Facilitar los incentivos económicos para el establecimiento de un componente arbóreo. En especial cuando se trate de usuarios de escasos recursos económicos, que por su baja capacidad económica no puedan acceder a recursos crediticios.
- Cumplir con las directrices técnicas tanto para el establecimiento como para el manejo y aprovechamiento de los cultivos y plantaciones, en especial los relacionados con el manejo del componente arbóreo.
- Promover la concientización de la población rural en cuanto al conocimiento del recurso bosque en caso de que la cultura del árbol en la zona sea bajo.
- Utilizar semilla mejorada en la medida de las posibilidades.[31]

### 7.3 ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD EN EL TIEMPO.

A continuación proponemos unas tablas para continuar con el seguimiento del sistema agroforestal, para llevar un control adecuado en los años siguientes a su implementación y de esa manera, detectar oportunamente fallas o nuevas oportunidades de cultivos.

ESPECIES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	PROVEEDOR
<b>CULTIVO PRINCIPAL</b>				
ESPECIE (A)				
ESPECIE (B)				
ESPECIE (C)				
OTRAS				
<b>ESPECIES FORESTALES</b>				
ESPECIE (A)				
ESPECIE (B)				
ESPECIE (C)				
OTRAS				
<b>ESPECIES AGRICOLAS</b>				
ESPECIE (A)				
ESPECIE (B)				
ESPECIE (C)				
OTRAS				
<b>CULTIVOS TEMPORALES</b>				
ESPECIE (A)				
ESPECIE (B)				
ESPECIE (C)				
OTRAS				
<b>TOTALES</b>				

*Tabla 33: Requerimiento de plántulas o semillas. El cuadro se puede adaptar según el SAF escogido.*

LABOR	DIAS/LABOR	JORNALES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
FASE DE SIEMBRA				
PREPARACION DEL TERRENO				
TRAZADO				
AHOYADO				
SIEMBRA				
RIEGO				
FASE DE MANEJO				
PODA				
RALEO				
FERTILIZACION				
RIEGO				
CONTROL DE PLAGAS				
CONTROL DE ENFERMEDADES				
CONTROL DE ARVENSES				
FASE DE RESULTADOS				
COSECHA				
POSTCOSECHA				
TOTALES				

*Tabla 34: Requerimientos mano de obra. Este cuadro se debe elaborar, para el primer año; para los años 2 a 5 y para 6 en adelante, según el periodo de productividad considerado, lo anterior debido al desarrollo del SAF y la variabilidad en las cifras.*

ITEM	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESO EFECTIVO										
ESPECIE (A)										
ESPECIE (B)										
ESPECIE (C)										
OTROS INGRESOS										
(A) TOTAL INGRESOS										
EGRESO EFECTIVO										
EGRESOS POR ACTIVIDADES										
EGRESOS POR MANTENIMIENTO										
EGRESOS POR DISTRIBUCION										
EGRESOS POR ADMINISTRACION										
(B) TOTAL EGRESOS										
FLUJO NETO DE EFECTIVO (A) - (B)										
SALDO INICIAL DE EFECTIVO										
SALDO FINAL DE EFECTIVO										

*Tabla 35: Estructura del flujo de caja y su proyección.*

ESPECIES	UNIDAD DE MEDIDA	HECTAREAS SEMBRADAS	PRODUCCION	TIEMPO EN LABORES	PRODUCTIVIDAD	RENDIMIENTO
ESPECIE (A)						
ESPECIE (B)						
ESPECIE (C)						
ESPECIE (D)						

*Tabla 36: Análisis de productividad y rendimiento. La productividad resulta de dividir la producción por las horas/hombre en labores para obtener dicha producción. El rendimiento resulta de dividir la producción por las hectáreas sembradas. No es prudente comparar entre especies, pues cada una tiene su propio ciclo y su eficiencia económica específica.*

AÑOS	SALDO FINAL DE EFECTIVO	VAN	TIR	OBSERVACIONES
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10....				

*Tabla 37: Análisis de los indicadores VAN y TIR. La tabla deja indicado hasta el año 10 pero lo ideal es llevar esta información hasta el año 20.*

## 8. CONCLUSIONES

En Colombia, los sistemas agroforestales implementados son el resultado de actividades productoras a gran escala que con el paso del tiempo han requerido utilizar métodos de siembra, manejo y cuidado de los cultivos. Al finalizar el estudio en la zona, se consolidó uno de los métodos utilizados en el diseño del sistema agroforestal para la región de Pascata, municipio de Turmequé Boyacá. Cabe destacar que su implementación en la región en este momento se ve limitada por la capacidad de capital que tiene los pobladores, su nivel de técnica y la tecnología utilizada en el proceso de siembra.

Inicialmente se espera que se consolide un proyecto de cooperación entre los habitantes de la vereda, el cual se basará en construir subsistemas agroforestales a corto, mediano y largo plazo, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población y contribuir a mitigar el impacto que genera la explotación minera cercana a la región así como la obtención de los beneficios económicos que entrega el gobierno.

Es una alternativa económica basada en las características ambientales y socioeconómicas de la región pero con el enfoque de la gestión de recursos por proyectos, delimitado inicialmente por las variables financieras y socioeconómicas de la población, se entregará la base de indicadores y tablas para contribuir a la gestión financiera de cada periodo.

En nuestra consideración se deberá complementar el trabajo con generación de conocimiento y desarrollo para la zona, enfocando el esfuerzo hacia la importancia de consolidar la cooperación entre sus pobladores, el cual basará sus metas a proyectos de corto, mediano y largo plazo. También se debe evaluar la posibilidad de realizar innovación en cultivos ya que el diseño presentado está basado en los cultivos tradicionales de la zona, esto hace que los costos a corto plazo sean significativamente iguales a los que tiene en este momento, así que se recomienda realizar la evaluación de la posible cultivo de otros productos agrícolas que tienen identificada la cadena agro comercial con calidad de exportación, en tal caso, se podría observar que el clima de la región es benéfica para casi todos los productos agrícolas de clima frío y/o paramo.

En cuanto a la iniciativa de obtener recursos de los incentivos otorgados por el gobierno, se debe destacar que en primera medida se debe consolidar los títulos valor que declaran a la persona como propietaria de la tierra en la zona, ya que si se implementa los diferentes proyectos de largo plazo como los son las especies maderables, si el campesino quisiera obtener ganancia con relación a la venta, en el caso de no obtener el certificado que emite el gobierno en el caso de productos forestales comercializables, será un obstáculo para el campesino en vez de ser generador de recursos para su sostenimiento y sostenibilidad del sistema.

En cuanto a los costos de mantenimiento, se debe realizar un análisis con abonos y fertilizantes naturales que conlleve a un ahorro económico para invertir en tecnología y así

en el medio plazo se vea beneficiado con la capacidad de siembra y la calidad de sus productos.

## 9. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS.

<b>OBJETIVOS</b>	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>EVIDENCIA</b>
Identificar las características geográficas y ambientales a través del análisis de información de cartografía y ambiental para la zona rural de la vereda Pascata del municipio de Turmequé en el departamento de Boyacá.	<b>100%</b>	La evidencia la podemos encontrar a en el capítulo 5 donde se presenta el marco referencial del municipio.
Identificar las características socioeconómicas de la población a través del análisis de datos cualitativos y cuantitativos de la zona rural de la vereda Pascata del municipio de Turmequé en el departamento de Boyacá.	<b>75%</b>	La evidencia se encuentra en el capítulo 11 los anexos donde se evidencia el resultado de las encuestas hechas a los habitantes de la vereda que en ese momento se encontraban disponibles para dicho censo.
Determinar el sistema agroforestal con base en las características de la zona rural de la vereda Pascata del municipio de Turmequé en el departamento de Boyacá.	<b>100%</b>	Esta evidencia se presenta en todo el capítulo 8 donde se propone el SA, especies para cultivar, sostenibilidad y metodología de control.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA CITADA.

- [1] M. D. H. Y. C. Público, "Sitio Web del Municipio Turmequé en Boyacá." 2013.
- [2] FAO, "Desnutrición en America Latina y el Caribe," *FAO*, 2006. .
- [3] J. Giraldo, J. A. Sinisterra, E. M. R, and D. Romero, "Árboles y Agricultura," *LEISA. Rev. Agroecol.*, vol. 27, no. 2, pp. 1–40, 2011.
- [4] F. J. S. Sanchez, J. P. A. A, F. Casanova, and L. Ramirez, "Licenciatura en Agroecología Notas de curso : Diseño y Evaluación de Sistemas Agroforestales," 2010.
- [5] C. T. Sanabria, "Potencialidad de las Actividades Agroforestales Orientadas a la Generación de Activos de Carbono en Colombia \* Agroforestry activities with great potential for the generation of carbon assets in Colombia," no. 27, 2010.
- [6] DANE, "Agroforestería : una opción para la sustentabilidad agropecuaria," *Boletín Mens. Insumos y Factores Asoc. a la Prod. Agropecu.*, 2012.
- [7] B. L. Ramírez Pava, P. Lavelle, J. a. Orjuela, and O. Villanueva, "Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombia," *Rev. Colomb. Ciencias Pecu.*, vol. 25, no. 3, pp. 391–401, 2012.
- [8] Y. Abril, "Sistemas Agroforestales como Alternativa de Manejo Sostenible en la Actividad Ganadera de la Orinoquia Colombiana," *Rev. Sist. Prod. Agroecol.*, vol. 2, no. 1, pp. 103–127, 2011.
- [9] "El oro negro de Turmequé" *EL ESPECTADOR.*"
- [10] "Defensores del páramo de Guacheneque - Acción Colectiva y Megaproyectos Mineros." *EL TIEMPO* .
- [11] "Minería en Turmequé - Otras ciudades - *EL TIEMPO.*" .
- [12] Certificado de Incentivo Forestal con Fines Comerciales, "CONPES," 2015.
- [13] IDEAM, "Boletín Agro meteorológico Altiplano Mayo 2015," 2015.
- [14] A. M. de Turmeque, "Municipio de Turmequé – Boyacá Esquema de Ordenamiento Territorial," vol. 1999, no. 306, pp. 1–52, 1999.
- [15] D. N. de Planeación, "Desempeño fiscal de los departamentos y municipios 2012," 2013.

- [16] O. Territorial, "Municipio de Turmequé – Boyacá Esquema de Ordenamiento Territorial," pp. 264–337.
- [17] T. Una, "Alcalde municipal eduardo neira escobar."
- [18] J. C. Ucros, "Breve Historia y Situación Actual del Patrimonio Forestal Colombiano," 2008.
- [19] E. por la Sostenibilidad, "Crecimiento económico y sostenibilidad," *Rev. Eureka*, vol. 4, no. 1, 2007.
- [20] C. De Roma, "Los límites del crecimiento," 1972.
- [21] E. Garcia, "El Cambio Social Más Allá de los Límites al Crecimiento: Un Nuevo Referente para el Realismo en la Sociología Ecológica," *Aposta. Rev. Ciencias Soc.*, no. 27, pp. 1–24, 2006.
- [22] T. Neeff and S. Henders, "Guía sobre los Mercados y la Comercialización de Proyectos MDL Forestales," *Ser. técnica. Man. técnico*, vol. 65, p. 44 p. , 2007.
- [23] I. Y. Factores, "Agroforestería : Una Opción para la Sustentabilidad Agropecuaria," 2012.
- [24] "Khisnamurthy y Ávila, Agroforestería básica, Red de Formacion Ambiental, 1999." .
- [25] "Agroforestería en Latinoamerica", MAELA, Buga-Colombia, 2001.
- [26] "Funciones y Aplicaciones de Sist. Agroforestales.", F. Jimenez, R. Mushler, E. Köpsel, Costa Rica 2001 .
- [27] M. López, "Sistemas Agroforestales." p. 104, 2007.
- [28] E. P. Figueroa, "Sistemas Agroforestales," *Ing. For.*, no. Nair, pp. 1–29, 2009.
- [29] P. Nacional and D. Transferencia, "Agroforestería"
- [30] A. Valtriani, "Modelos de desarrollo forestal, sus conflictos y perspectivas en el sector de micro PyMEs forestales. Estudio de caso en la región noroeste y centro de la provincia del Chubut.," p. 346, 2008.
- [31] S. Agroforestales, "Universidad Nacional Abierta y a Distancia Escuela de Ciencias Agrícolas , Pecuarias Deivis Cecilia Terán Moreno ( Directora Nacional ) José Andres Vidal ( Acreditador ) Quibdó - Chocó," 2013.
- [32] I. Agr, "VI Congreso de Estudiantes Universitarios de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica," pp. 105–108, 2013.
- [33] Corpochivor, "Plan de Acción Institucional 2012-2015," 2010.

## 11. ANEXO 1.

### 11.1 ENCUESTAS CAMPESINOS

1. ¿Cómo es el proceso de siembra que realiza?
2. ¿Cómo se llama la distribución y venta del producto?
3. ¿Qué tipo de químicos utiliza?
4. ¿Sabe de algún efecto que puedan llegar a tener estos químicos?  
Si, ¿Cuál es su posición respecto a este efecto?
5. ¿ha notado cambios en la calidad de su tierra, agua y medio ambiente en general?
6. ¿Hay alguna fuente de agua cercana?
7. ¿Qué hace con los residuos (sólidos y líquidos) producidos por las siembras?
8. ¿Le interesa acogerse al beneficio CONPES, ofrecido por el gobierno?

### 11.2 RESPUESTAS.

#### 11.2.1 Encuesta 1

1. Ganadería y renovación de praderas debido a la minería.
2. Acopian y vende directamente
3. Fertilizantes nitrogenados (nitrógeno, fosforo y potasio), insecticidas sintéticos y naturales
4. Nitrogenados producen nitritos y nitratos en pasto y agua. Cuando se utilizan de manera excesiva se produce intoxicación. Deberían existir capacitaciones respecto a cuándo y cómo se deben utilizar por parte de las empresas fabricantes ya que muchos propietarios de predios los utilizan sin conocimiento alguno
5. Se generan más basura, y la necesidad de uso excesivo de herramientas de disco que dañan la tierra
6. Rio Muincha
7. Se maneja con el camión de la basura
8. Si

#### 11.2.2 Encuesta 2

1. Cultivo de curuba y papa.
2. Se le vende a Corabastos
3. Fertilizantes y fungicidas para tratar el problema de botritis
4. Utilizan los fertilizantes más suaves para evitar el deterioramiento de la tierra, ya que a grandes cantidades la tierra se quema y pierde calidad de siembra. No está de acuerdo con el uso de estos productos pero tiene la necesidad de utilizarlo ya que si no se utiliza no hay cosecha.
5. Cuando se utilizan en la tierra esta se desgasta, la calidad de la misma baja considerablemente y la producción de pastos no es igual. También existe el riesgo de intoxicación de ganado si se utiliza el producto indebido



6. Zanja de agua. Existen problemas de escasez de agua en el verano
7. Se manejan con el camión de la basura.
8. Si

#### 11.2.3 Encuesta 3

1. Ganadería y papa.
2. Productividad mediana.
3. Tropper, creolina para el tratamiento de gusanos
4. No
5. No
6. Zanjas de agua, río Muincha.
7. Se reutilizan en fanegadas reutilizables
8. Si

#### 11.2.4 Encuesta 4

1. Ganadería y renovación de prado
2. Acopian y vende directamente.
3. Para pasto nitrazan, piadera, unia y hortaliza orgánica
4. Mucha cantidad la van deteriorando van deteriorando la tierra. Se utiliza en bajas cantidades aproximadamente 1 bulto por fanegada para evitar el deterioro. No está de acuerdo en la utilización de estos productos pero las circunstancias lo obligan para poder ser más competitivo.
5. No se notan los cambios ya que la razón de uso es muy pequeña para la cantidad de tierra que utiliza en siembras, pero en otras fincas donde utilizan mayores cantidades si se nota la quema de la tierra
6. Colinda con el río Muincha.
7. El abono del ganado se re utiliza en las siembras esparciéndolo como abono natural.
8. Si

Nota. Está tratando de cambiar el uso de fungicidas por productos biológicos.

#### 11.2.5 Encuesta 5

1. Ibias, cubios y rubas.
2. Acopian y vende directamente.
3. Insecticidas sintéticos y naturales
4. Nitrogenados producen nitritos y nitratos en pasto y agua
5. Se generan más basura.
6. Río Muincha
7. Se maneja con el camión de la basura
8. Si

#### 11.2.6 Encuesta 6

1. Haba y frijol, también recuperan terreno que ha dañado la minería.
2. Se le vende a Corabastos
3. Fertilizantes y fungicidas.
4. No está de acuerdo con el uso de estos productos pero tiene la necesidad de utilizarlo ya que si no se utiliza no hay cosecha.
5. Existe el riesgo de intoxicación de ganado si se utiliza el producto indebido
6. Quebrada cerca al río Muincha.
7. Se manejan con el camión de la basura.
8. Si

#### 11.2.7 Encuesta 7

1. Cebolla, feijoa, papa.
2. Venta en Bogotá.
3. Tropper, creolina para el tratamiento de gusanos
4. No
5. No
6. Río Muincha.
7. Se reutilizan en fanegadas reutilizables
8. Si

#### 11.2.8 Encuesta 8

1. Ganadería y renovación de prado
2. Vende a corabastos.
3. Para pasto nitrizan, piadera, unia y hortaliza orgánica
4. Se utiliza en bajas cantidades aproximadamente 1 bulto por fanegada para evitar el deterioro.
5. No se notan los cambios ya que la razón de uso es muy pequeña para la cantidad de tierra que utiliza en siembras, pero en otras fincas donde utilizan mayores cantidades si se nota la quema de la tierra
6. Colinda con el río Muincha.
7. El abono del ganado se re utiliza en las siembras esparciéndolo como abono natural.
8. Si

#### 11.2.9 Encuesta 9

1. Ganadería, manzana, pera.
2. Acopian y vende directamente a alquería
3. Fertilizantes nitrogenados (nitrógeno, fosforo y potasio), insecticidas sintéticos y naturales
4. Nitrogenados producen nitritos y nitratos en pasto y agua. Cuando se utilizan de manera excesiva se produce intoxicación.
5. No

6. Rio Muincha
7. Se maneja con el camión de la basura
8. Si

#### 11.2.10 Encuesta 10

1. Hidropónicos de fresas
2. Se le vende a Corabastos
3. Fertilizantes y fungicidas para tratar el problema de botritis
4. Utilizan los fertilizantes más suaves para evitar el deterioramiento de la tierra, ya que a grandes cantidades la tierra se quema y pierde calidad de siembra. No está de acuerdo con el uso de estos productos pero tiene la necesidad de utilizarlo ya que si no se utiliza no hay cosecha.
5. La calidad de la tierra y los pastos baja.
6. Zanja de agua. Existen problemas de escasez de agua en el verano
7. Se manejan con el camión de la basura.
8. Si

#### Información importante

Algunos campesinos utilizan cantidades industriales de químicos para “limpiar” la tierra por ejemplo en una hectárea se puede utilizar hasta 20 bultos de fertilizante nitrogenado. El ICA debería implementar normas mucho más fuertes para poder controlar la residualidad y realizar cursos de manejo de herbicidas. Muchos paperos utilizan estos productos químicos 15 días antes de la recolección de la papa, dañando la calidad de la misma y arriesgando al público a una intoxicación, solo para que de esta manera se pueda vender más producto.