

**Los sistemas agroforestales expuestos como sistemas sostenibles de producción en
Colombia**

Edna Janey Henao Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Programa de Ingeniería Agroforestal

CEAD-Pitalito

2020

**Los sistemas agroforestales expuestos como sistemas sostenibles de producción en
Colombia**

Edna Janey Henao Torres

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial, para optar al título de ingeniero
agroforestal**

Director del trabajo

Gustavo Adolfo Ramírez Córdoba

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente ECAPMA

Programa de ingeniería agroforestal

CEAD -Pitalito

2020

Hoja de aceptación

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del director de grado

Dedicatoria

El haber culminado mi carrera y la realización de este trabajo lo dedico principalmente a Dios, a la virgen María los cuales me brindaron la sabiduría, fortaleza y persistencia para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis padres: Oscar Henao y Mariela Torres su constante apoyo en todas las metas que me he trazado, pero sobre todo a mi madre Mariela torres por el deseo de superación que siempre me ha inculcado, por ser siempre ejemplo de fortaleza y amor, son parte esencial de mí y los amo; soy afortunada de ser su hija

A mi hija por haber llegado a mi vida en el momento donde mi alma más la necesitaba, Te amo Regina Fajardo Henao a su padre Julian Fajardo Valderrama por motivarme siempre.

Edna Janey Henao Torres

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios y mis padres por haberme permitido culminar satisfactoriamente este trayecto hacia un sueño de superación personal.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por haberme acogido como estudiante en brindándome la oportunidad de ser una profesional.

A la Doctora Nelly María Méndez por su apoyo y disponibilidad durante el trascurso del pregrado como de la realización de esta monografía al igual que al PhD Mauricio Munar y el jurado Uriel Rodríguez Trujillo por su oportuna revisión.

A todos los tutores que de una u otra forma me formaron durante este trayecto.

A mis compañeros quienes hicieron más ameno el camino.

Resumen Especializado RAE

Tema	Agroforestería
Título	Los Sistemas Agroforestales Expuestos Como Sistemas Sostenibles De Producción En Colombia
Autores	Edna Janey Henao Torres
Fuente Bibliográfica	<p>Desde:</p> <p>Klass, D. (1983). Manejo e investigacion de suelos en sistemas agroforestales. En B. Liana, <i>curso corto intensivo tecnicas agroforestales</i> (pág. 160). Turrialba, Costa Rica: CATIE.</p> <p>Von Maydell, H. (1985). Highlights in Agroforestry research and practice. <i>Highlights in Agroforestry Research and Practice</i> (págs. 13-22). Turrialba, Costa Rica: CATIE.</p> <p>Hasta:</p> <p>FEDECACAO. (24 de Enero de 2020). <i>El cultivo del cacao y su contribución al medio ambiente</i>. Obtenido de FEDECACAO: https://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/1109-el-cultivo-del-cacao-y-su-contribucion-al-medio-ambiente</p> <p>Fonseca, D. M., Salamanca, A., Niño, L., Hoyos, J. L., Otero, I., & Torres, N. (2019). Caracterización nutricional y de producción de biomasa de Sambucus peruviana, Sambucus nigra y Morus alba en un banco forrajero. <i>Ciencia en Desarrollo</i>, 10(2), 23-32.</p>

Año	2020
Resumen	<p>La monografía tiene como objetivo realzar la importancia de la implementación de sistemas agroforestales en las producciones agropecuarias por sus múltiples beneficios se busca brindar un documento tanto a los estudiantes del programa de Ingeniería Agroforestal como a las personas interesadas en este tema un texto ligero y estructurado donde se evidencie el dinamismo de estos sistemas de producción lo que los hace una opción de mejorar la producción agropecuaria del país ya que en “Colombia existe un conflicto en el uso del suelo el cual se presenta cuando la utilización actual no corresponde con la oferta ambiental, se reporta que actualmente un 15% de los suelos del país están sobre utilizados y un 13% subutilizados” (IGAC, 2012) Citado en (SIAC) por lo tanto, se necesitan implementar estrategias que intensifiquen la producción, cuiden el medio ambiente y diversifiquen las producciones.</p>
Palabras claves	Sistemas Agroforestales, ventajas, desventajas, sostenibilidad
Contenidos	<p>Agroforestería, Sistemas Agroforestales, clasificación de los sistemas agroforestales, beneficios de los sistemas agroforestales, interacciones de los sistemas agroforestales, tipos de sistemas agroforestales, ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales,</p> <p>Sistemas agroforestales, sostenibilidad de los sistemas agroforestales, Sistemas agroforestales en Colombia</p>

<p>Descripción problema de investigación</p>	<p>La creciente población y por ende la mayor demanda de alimentos genera la necesidad de buscar formas de producción sostenible, una sostenibilidad que se vea reflejada tanto en el sector económico, social, cultural y medioambiental permitiendo resiliencia, y para esto los sistemas agroforestales resultan ser una propuesta atractiva que genera en su establecimiento la obtención de múltiples bienes y servicio, sin embargo “su estudio es aún fragmentado, no sólo por la escasez de estudios dirigidos específicamente a documentar sistemas y prácticas agroforestales, sino también porque esta forma de manejo de los ecosistemas y paisajes se encuentra en constante creación, transformación y desarrollo” (Calles, y otros, 2015)</p>
<p>Objetivo General</p>	<p>Exponer en base a información especializada Los Sistemas Agroforestales como sistemas de producción Sostenible en Colombia</p>
<p>Objetivos Específicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Describir los Sistemas Agroforestales su clasificación, beneficios e interacciones de productividad y sostenibilidad -Mencionar los tipos de sistemas de Sistemas Agroforestales y sus respectivas ventajas y desventajas -Sintetizar los diferentes conceptos y perspectivas respecto a los Sistemas Agroforestales -Definir el contexto actual de la Agroforestería y Sistemas Agroforestales en Colombia

Metodología	<p>Se desarrollo a partir de la revisión de información de carácter primario, secundario, documentos técnicos, artículos científicos, libros, revistas electrónicas y sitios institucionales, esta revisión es de tipo decriptiva en donde se recopiló informacion emblematica y actual pertinente que para definir Agroforesteria, los sistemas agroforestales su clasificiación, los beneficios que brindan entre estos el de sostenibilidad; seguidamente se entabla la defición e identificación de los tipos de sistemas agroforestales con sus ventajas y desventajas, posteriormente se realiza una sintesis con respecto a los conceptos ya expuestos buscando unificar los conocimientos, por último se muestra el contexto actual de los sistemas agroforestales en Colombia y de este modo se genera un puente hacia los sistemas agroforestales como sistemas de produccion sostenible.</p>
Principales referentes teóricos y conceptuales	<p>La cantidad de referentes bibliográficos utilizados fueron setenta y seis (76) donde se cuenta principalmente con investigadores adscritos a revistas indexadas, autores de libros, organizaciones nacionales e internacionales los cuales aportan al conocimiento de la Agroforestería y Los Sistemas Agroforestales.</p>
Resultados	<p>Los sistemas agroforestales son sistemas de producción que se establecen una opción a implementar en el territorio nacional para el beneficio de la comunidad rural y el medio ambiente, estos sistemas permiten un mejor desarrollo socioeconómico sujetado a múltiples servicios ambientales haciendo que el sistema productivo sea sostenible</p>

	<p>y sustentable, además de que puede ayudar a mitigar el conflicto del uso del suelo que existe en Colombia en especial al tener en cuenta que existe gran extensión de tierra dedicada a la ganadería extensiva la cual es responsable emisión de efecto invernadero y degradación del suelo en este caso los sistemas silvopastoriles cobran gran relevancia a nivel nacional como sistemas de producción ganadera que pueden mitigar estos efectos y brindar sostenibilidad.</p>
<p>Conclusiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Una característica esencial de los Sistemas Agroforestales es la sostenibilidad por lo cual cualquier sistema de producción que, a pesar de cumplir con los componentes físicos necesarios, pero no con ser sostenibles no se pueden considerar como sistema agroforestal - Colombia y sus características medioambientales permiten que gran diversidad de especie lo que permite diversificación de los sistemas agroforestales, sin embargo, existen especies que predominan en este tipo de sistemas para tal caso está el café, cacao y caucho, por lo tanto, en los estudios de sistemas agroforestales del país se observa comúnmente que se realizan bajo estas especies. - En Colombia más de 34 millones de hectáreas se utilizan para ganadería y solo 5 en agricultura, por lo cual los Sistemas Agroforestales cobran especial relevancia ya que a través de estos esos 34 millones de hectáreas se pueden convertir en sistemas de producción sostenibles además de que se ha demostrado que en su implementación existe mayor productividad que en los sistemas convencionales

Índice

Contenido	
Introducción	1
Planteamiento Del Problema.....	4
Justificación	6
Objetivos	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
Metodología	9
Capítulo I	10
Los Sistemas Agroforestales	10
Clasificación de los sistemas agroforestales	13
Beneficios de los sistemas agroforestales	15
Sostenibilidad.	15
Beneficios edafológicos de los sistemas agroforestales.....	16

Conservación del agua	19
Conservación de la biodiversidad	20
Capítulo II	22
Sistemas Agroforestales funciones, ventajas y desventajas	22
Sistema Agrosilvicultural.....	22
Ventajas y desventajas de los Sistemas Agrosilviculturales	24
Tipos de sistemas agrosilviculturales.....	27
Sistemas silvopastoriles	29
Clasificación de sistemas silvopastoriles	31
1. Sistemas silvopastoriles con enfoque forestal.	33
2. Sistemas silvopastoriles con enfoque ganadero.....	34
3. Árboles dispersos.	35
4. Prácticas agroforestales en ganadería.	37
4.1. Sistemas silvopastoriles intensivos –SSPi– (especializados en producción animal) .	38
Sistema Agrosilvopastoril	38
Interacciones resumidas de diversos autores.....	40
Capítulo III.....	42
Síntesis de los diferentes conceptos y perspectivas de los Sistemas Agroforestales	42
La Agroforestería.....	42
El Árbol y su función en los Sistemas Agroforestales	47

¿Los Sistemas Agroforestales Son Sistemas Sostenibles De Producción?.....	48
Síntesis de la Clasificación de los sistemas Agroforestales	49
El sistema Agrosilvicultural	50
Los sistemas Silvopastoriles.....	51
Los sistemas agrosilvopastoriles	52
Capitulo IV.....	54
La Agroforestería en Colombia.....	54
Conclusiones	67
Bibliografía	69

Índice de tablas

Tabla 1 Criterios de Clasificación de los Sistemas Agroforestales	14
Tabla 2 Funciones de los Sistemas Agroforestales en la Conservación de la Biodiversidad ...	20
Tabla 3 Ventajas y Desventajas de la Agrosilvicultura	25
Tabla 4 Criterios de Selección del Árbol y el cultivo asociado	26
Tabla 5. Clasificación de Sistemas Silvopastoriles acorde a algunos autores	31
Tabla 6. Ventajas y Desventajas de Los Sistemas Agrosilvopastoril.....	39
Tabla 7 Clasificación de los Sistemas Agroforestales	50
Tabla 8 Litoral Caribe y Orinoquia	62
Tabla 9 Región Andina	63
Tabla 10 Litoral Pacifico, listado especies Forero & Gentry	64
Tabla 11 La Amazonia Listado De Especie Tomado De ACERO 1979	65
Tabla 12 Palmas promisorias del Departamento de Antioquia Tomado de Galeano & Bernal (1987)	66

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Elementos principales en la Agroforestería (Köpsell E., 2001).....	13
Ilustración 2.Sistemas agroforestales combinan beneficios agrícolas con beneficios forestales (Köpsell E., 2001).....	16
Ilustración 3. Efectos del árbol en el aporte de nutrientes y la conservación del suelo (Köpsell E., 2001, pág) Modificado de Geilfus, 1994. El arbol al servicio del Agricultor.manual de Agroforesteria para el desarrollo Rural.Turrialba, Costa Rica : ENDA CARIBE	19
Ilustración 4. Posibles efectos negativos de los árboles (Köpsell E., 2001, pág) Modificado de Geilfus, 1994. El arbol al servicio del Agricultor.manual de Agroforesteria para el desarrollo Rural.Turrialba, Costa Rica: ENDA CARIBE/CATIE.....	48
Ilustración 5. Componentes del sistema Agrosilvicultural (Fuente propia)	51
Ilustración 6. Componentes del sistema silvopastoril (Fuente Propia)	52
Ilustración 7. Componentes del sistema agrosilvopastoril (Fuente propia)	53

Índice de Figuras

Figura 1. Características De La Agrosilvicultura (Fuente: Adaptado de Lucas, Beer & Gerald, 1994)24

Figura 2. Tipos de Sistemas Agrosilviculturales (Fuente: Adaptado de (Ibrahim & Beer, 1998))28

Resumen

Los sistemas agroforestales en Colombia en general, están cobrando relevancia como alternativa de producción sostenible en el sector agropecuario, puesto que además de obtenerse un producto agropecuario principal se obtienen subproductos que generan más ingresos al productor, además de mejorar las características fisicoquímicas de la materia prima como lo es el suelo, disminuir considerablemente el uso de agroquímicos y como valor agregado se puede mencionar el pago por servicios ambientales; sin embargo, aún son prácticas que por falta de información y difusión son relegadas por sistemas de producción convencionales los cuales son el resultado de la industrialización de la agricultura y que se caracterizan por monocultivos, y la utilización de agroquímicos prácticas que generan desgaste edafológico, pérdida de materia orgánica, alteración de la biodiversidad, contaminación, entre otros además, del costo económico que conlleva los abonos, plaguicidas y herbicidas además de obtenerse un solo producto para su comercialización lo cual se traduce en sistemas de producción insostenibles.

La presente monografía se ha organizado de tal manera que el lector comprenda de una manera sencilla los conceptos de Agroforestería, Sistemas Agroforestales su estructura ventajas y desventajas, así como la imperiosa necesidad de implementarlos como sistemas sostenibles de producción; para el primer capítulo “Sistemas Agroforestales” se realizó la selección de información de diversos autores relevantes a lo largo del tiempo que han contextualizado las prácticas agroforestales, su clasificación, beneficios e interacciones , en el segundo capítulo “Sistemas Agroforestales Ventajas y Desventajas” se menciona cada uno de los tipos de sistemas agroforestales que existen, y para los cuales existen cierto tipo de ventajas y desventajas, en el tercer capítulo “Los sistemas agroforestales la síntesis de sus conceptos” se realiza la apreciación

de cada uno de los conceptos, cualidades y limitantes de los sistemas agroforestales que exponen los diversos autores, y por último el cuarto capítulo “Los sistemas Agroforestales en Colombia” busca que exprese el contexto actual de la agroforestería en Colombia de este modo brindando un documento que contenga la información pertinente para conocer y seguir fomentando el uso de los sistemas agroforestales.

El sector agropecuario actualmente debe adoptar prácticas para mitigar los cambios medioambientales que se han generado por el cambio climático de tal modo que la producción sea más eficiente y sostenible; la monografía “Los Sistemas Agroforestales Expuestos Como Sistemas Sostenibles De Producción En Colombia.”, pretende que el lector encuentre información completa y coherente con respecto a los sistemas agroforestales permitiendo comprender la importancia de empezar a implementar este tipo de sistemas productivos sostenibles.

Palabras claves: Agroforestería, sistemas agroforestales, ventajas, desventajas, sostenibilidad

Abstrac

Agroforestry systems in Colombia in general are showing great interest as an alternative for sustainable production in the agricultural sector, since in addition to obtaining a main agricultural product, by-products are obtained that generate more income for the producer, in addition to improving the physicochemical characteristics of the raw material. such as soil, considerably reducing the use of agrochemicals and as an added value, payment for environmental services can be mentioned, however, they are still practices that, due to lack of information and dissemination, are relegated by conventional production systems, which are the result of the industrialization of agriculture and characterized by monocultures and the use of practical agrochemicals that generate soil wear, loss of organic matter, alteration of biodiversity, pollution, among others, in addition to the economic cost of fertilizers, pesticides and herbic in addition to obtaining a single product for marketing, which translates into unsustainable production systems.

The present monograph has been organized in such a way that the reader understands in a simple way the concepts of Agroforestry, Agroforestry Systems, their structure, advantages and disadvantages, as well as the urgent need to implement them as sustainable production systems; For the first chapter "Agroforestry Systems", the selection of information from various relevant authors over time that have contextualized agroforestry practices, their classification, benefits and interactions, was made. In the second chapter "Agroforestry Systems Advantages and Disadvantages" it is mentioned each of the types of agroforestry systems that exist and for which there are certain types of advantages and disadvantages, in the third chapter "Agroforestry systems the synthesis of their concepts" the appreciation of each of the concepts, qualities and limitations is made of the agroforestry systems that the various authors expose and finally the

fourth chapter "Agroforestry systems in Colombia" seeks to express the current context of agroforestry in Colombia in this way by providing a document that contains the pertinent information to know and further promote the use of agroforestry systems.

Agricultural sector must currently adopt practices to mitigate the environmental changes that have been generated by climate change so that production is more efficient and sustainable; monograph "Exposed Agroforestry Systems As Sustainable Production Systems In Colombia.", intends for the reader to find complete and coherent information regarding agroforestry systems allowing to understand the importance of starting to implement this type of sustainable productive systems.

Key words: Agroforestry, agroforestry systems, advantages, disadvantages, sustainability

Introducción

La agroforestería como concepto es considerada una práctica relativamente nueva en el sector agropecuario, por lo tanto, existen diversos autores que han generado diferentes definiciones; en este sentido se exponen los siguientes; ICRAF (1987) citado en (Cardenas, y otros, 2000) declaran que “Nombre común para varios sistemas de uso del suelo en donde se cultivan, intencionalmente plantas leñosas perennes en la misma parcela con cultivos agrícolas y/o la cría de animales domésticos en algún arreglo espacial o temporal.”(p.280) también se considera

La Agroforestería es el nombre genérico para describir un sistema de uso de la tierra en el cual los árboles se combinan temporal y espacialmente con pasturas (uso animal) o cultivos agrícolas; en la agroforestería interactúan elementos de la agricultura con elementos forestales que se traducen en sistemas de producción sostenibles en la misma unidad de terreno. Duran (2004) citado en (Farfan, 2014, pág. 14)

En este sentido la agroforestería es una “forma de uso de la tierra que puede conciliar los objetivos de producción y conservación, como una orientación hacia el uso múltiple de los recursos.” (Jiménez, 1999, pág. 2) siendo así un sistema de producción resiliente.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), manifiesta la importancia de la resiliencia en la agricultura a través de la diversificación que precisamente generan los sistemas agroforestales, para lo cual no solamente se considera como objetivo la seguridad alimentaria sino también la eficacia en las explotaciones agrícolas elevando productividad , generando empleo, reduciendo entradas externas al sistema y siendo un método de mitigación al cambio climático (FAO, 2017) , ya que como lo menciona el

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) la resiliencia no puede existir sin sostenibilidad son estas dos características que evocan que exista las cualidades necesarias en este tipo de sistemas para fortalecer las debilidades del mismo, a través de la integración de actividades productivas que permiten explorar y aprovechar de manera racional la biodiversidad a través de una organización de los componentes del sistema y de este modo generando una autorregulación entre especies y la autorrecuperación de la fertilidad en los agroecosistemas. (DANE, 2012)

En Colombia, la agroforestería como uso particular de la tierra, está en proceso de consolidación como resultado de los esfuerzos de diferentes instituciones públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. Entre estas acciones se destacan los avances en la política sectorial que identifican a la agroforestería como una estrategia productiva ambiental y económicamente sostenible para diferentes regiones del país (Cardenas, y otros, 2000, pág. 7)

los sistemas agroforestales (SAF) ofrecen diversos productos y pueden proporcionar servicios ambientales similares o incluso superiores que los ecosistemas naturales (Nair, Gordon, & Mosquera-Losada, 2008, págs. 101-110) Según (Jiménez, 1999) afirma que “todos los sistemas agroforestales poseen tres atributos productividad, sostenibilidad y adaptabilidad” lo que la hace una práctica atractiva para el desarrollo del sector agropecuario actual, el cual se ha visto afectado por todas las prácticas que se antepusieron en la revolución verde con el fin de producir en masa a todo costo sin tener en cuenta ningún tipo de conservación hacia los recursos naturales; en este sentido la agroforestería se impulsa actualmente por el auge que existe por conservar el medio ambiente y la remuneración económica que se puede adquirir por pagos por servicios ambientales.

En este sentido bajo la modalidad de monografía de compilación con carácter descriptivo, se realizó una revisión bibliográfica de los sistemas agroforestales como sistemas de producción sostenible.

Planteamiento Del Problema

Las prácticas agropecuarias que se han desarrollado a lo largo de la historia para proveer al hombre de alimento se han basado desde la revolución verde principalmente en una producción extensiva de la cual hoy en día a pesar del evidente daño que se produce en los ecosistemas sigue presente como el principal sistema de producción, a pesar de las alternativas presentes actualmente como las practicas agroforestales.

Las practicas agroforestales adquieren cada vez mayor relevancia, en el mundo por sus innegables ventajas ecológicas, sociales y económicas: sin embargo, en muchos casos, estas, a pesar de hacerse presentes en diferentes regiones del mundo, no son suficientemente estudiadas y difundidas. Se corre así el riesgo de su difícil funcionamiento y la no aceptación de la comunidad. Esto último es la principal causa del no establecimiento de sistemas agroforestales por parte de los productores puesto que temen presentar pérdidas económicas al establecer un sistema agroforestal (Cardenas, y otros, 2000, pág. 279)

Billard (1970) citado en (Köpsell, 2001) menciona que existe limitante histórica derivada del enfoque agroindustrialista en el cual la producción agrícola se basaba en el establecimiento de monocultivos y el alto uso de insumos externos

Aunque los sistemas agroforestales son sistemas tradicionales su estudio sigue siendo limitados no solo por la falta de estudios específicos de estos y su practicas sino también por su misma naturaleza de siempre estar en constante transformación y desarrollo con el objetivo de ser más sostenibles y sustentables (Calles, y otros, 2015)

En Colombia el 31.8% de la población nacional se identificó como campesino (DANE, 2020) siendo estos los encargados de proveer productos agropecuarios al país que por lo general se ve suplida muchas veces a través de sistemas de producción como los monocultivos los cuales demandan una importante inversión en mano de obra, herbicidas, plaguicidas, etc.; en contraste a esto encontramos a los sistemas agroforestales los cuales son sistemas de producción que a través del dinamismo de sus componentes generan diversidad de productos en una misma área y minimizan las entradas ajenas al sistema con respecto a esto es importante brindar información consolidada de estos sistemas de producción ya que pueden generar un impacto ambiental y económico positivo en el sector rural campesino.

Justificación

Con la implementación de sistemas de producción principalmente de monocultivos, la expansión de la frontera agrícola y el auge de la revolución verde múltiples ecosistemas se han visto quebrantados por lo cual se han catalogado como prácticas de producción insostenibles, por lo cual retomar ciertas actividades tradicionales en un sentido más tecnológico y eficiente puede resultar en un gran beneficio tanto como para el bolsillo del productor como para los recursos naturales que se encuentran en interacción, en este sentido se recalca que la agroforestería como practica no es nueva puesto que “Desde años atrás, campesinos de todas partes del mundo han venido practicando la agroforestería, no siendo conocida como tal sino existiendo en forma de prácticas tradicionales.” (Diéguez, Garcia, Murillo, Valdez, & Orona, 2008)

Como se mencionaba anteriormente la agroforestería brinda múltiples beneficios en las producciones agropecuaria, uno de los principales es la posibilidad de producir varios insumos en una misma unidad de tierra y la disposición de sus elementos para que exista una amortiguación del impacto del hombre en el medio, además como lo plantea (Köpsell, 2001) la agroforestería es un sistema de producción versátil que se adapta bastante bien a condiciones medioambientales exigentes como lo son las zonas tropicales a comparación de los sistemas convencionales y de este modo se minimiza la expansión de la frontera agrícola puesto que su objetivo es producir conservando los ecosistemas naturales en este sentido se obtiene sostenibilidad y sustentabilidad.

De acuerdo a lo anterior y con el fin de realzar la importancia de la implementación de sistemas agroforestales en las producciones agropecuarias por sus múltiples beneficios se busca brindar un documento tanto a los estudiantes del programa de Ingeniería Agroforestal como a las

personas interesadas en este tema un texto ligero y estructurado donde se evidencie el dinamismo de estos sistemas de producción.

Objetivos

Objetivo General

Exponer en base a información especializada a los sistemas agroforestales como sistemas de producción Sostenible en Colombia

Objetivos Específicos

- Describir desde documentos bibliográficos a los sistemas agroforestales, su clasificación, beneficios e interacciones de productividad y sostenibilidad.
- Mencionar los tipos de sistemas agroforestales y sus respectivas ventajas y desventajas.
- Sintetizar los diferentes conceptos y perspectivas respecto a los sistemas agroforestales.
- Definir el contexto actual de la agroforestería y sistemas agroforestales en Colombia.

Metodologia

La metodolga implementada en la monografía “Los Sistemas Agroforestales Expuestos Como Sistemas Sostenibles De Producción En Colombia”, se desarrollara partir de la revisión de información de fuentes primarias, secundarias, documentos técnicos, artículos científicos, libros, revistas electrónicas y sitios institucionales, esta revisión es de tipo decriptiva en donde se recopiló información emblematica, actual, pertinente para definir Agroforestería, sistemas agroforestales ademas de su clasificiación, los beneficios que brindan, como por ejemplo sostenibilidad; seguidamente se entabla la defición e identificación de los tipos de sistemas agroforestales con sus ventajas y desventajas, posteriormente se realiza un análisis con respecto a los conceptos expuestos por los diversos autores, buscando unificar los conocimientos asi generando un puente hacia los sistemas agroforestales como sistemas de producción sostenibles.

La consulta de información se realizó en base de datos como Google Books, Google Academico, Scielo, Dialnet , CIAT, FAO, Redalyc, , Biblioteca Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Fundación Natura, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Sistema De Información Ambiental De Colombia (SIAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), entre otras; se utilizaron descriptores como Agroforestería, sistemas agroforestales, clasificación de los sistemas agroforestales, sistema agrosilvicultural, sistema agrosilvopastoril, sistema silvopastoril, sistemas agroforestales beneficios edafológicos, beneficios de los sistemas agroforestales, sostenibilidad, ventajas, desventajas, sistemas agroforestales en Colombia, uso de tierra, hectáreas en sistemas agroforestales, especies arbóreas en Colombia.

Capítulo I

Los Sistemas Agroforestales

Los sistemas agroforestales son agroecosistemas donde hay una asociación deliberada de un componente arbóreo con cultivos o animales domésticos en un mismo sitio, de manera que existan interacciones biológicas entre los componentes, con el objetivo de maximizar el uso de la tierra (Russo R. , Agroforesteria: Estrategia biológica para la sustentabilidad, 2016)

“Los sistemas agroforestales han estado presentes en la agricultura tradicional durante milenios. Sin embargo, la industrialización de la agricultura y posteriormente la Política Agraria Común los ha marginado durante décadas” (Crespo, 2018, pág. 40)

En la actualidad llaman la atención por permitir la mejora de la producción por unidad de superficie, al mismo tiempo que fomentan la biodiversidad y la estabilidad de los sistemas frente al cambio climático. Estos sistemas integran prácticas en las que se combina un componente leñoso (árbol o arbusto) con uno agrícola (Mosquera, Moreno, Santiago, & Ferreiro, Sistema Agroforestal y PAC, 2015, pág. 110)

“Si bien son varias las definiciones de agroforestería o de sistemas agroforestales que existen, todas ellas coinciden en un manejo integrado de todos los recursos productivos que existen en una unidad de terreno” (Sotomayor & Barros, 2016, pág. 12) en consecuencia “la agroforestería ha sido reconocida por su extrema flexibilidad, adaptabilidad y concentración en pequeñas unidades de tierra, este ha sido una oportunidad para mejorar el uso de la tierra, especialmente en aquellas tierras marginadas” (Von Maydell, 1985, pág. 17) ya que los sistemas agroforestales

con las adecuadas gestiones tanto económicas y ecológicas logran ser sostenibles generando en la población rural una mejor calidad de vida. (Sotomayor & Barros, 2016)

La base para el éxito de los sistemas agroforestales es una interacción ecológica positiva, en tiempo y/o espacio, entre los componentes árbol y cultivo y/o ganado. Tal interacción positiva puede ser por sí misma la base para una interacción económica positiva entre los componentes del sistema, por ejemplo; menos costo por unidad de tierra (Hoekstra, Economics in Agroforestry, 1985, pág. 37)

Es decir que con los Sistemas Agroforestales la productividad del territorio se potencializa ya que se obtienen más de un solo producto en una misma unidad de tierra, entre los productos que se pueden obtener son madera, forraje, carne, lana, frutos, entre otros; a diferencia de los monocultivos donde en sistemas agrícolas se obtendría solamente el producto de la cosecha y en forestales la madera (Graves, y otros, 2010) citado por (Mosquera, Moreno, Santiago, & Ferreiro, Sistemas agroforestales y PAC, 2015) además “Los resultados positivos no se limitan en función de la estructura de sistema y sus aportes sino también a las necesidades sociales agrupadas de un modo rudimentario como alimento, energía, recursos renovables, medioambiente, desarrollo socioeconómico y cultural.” (Nair P. , 1985, pág. 34)

Como ya se hacía hincapié en “los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre las diferentes componentes, el propósito es lograr sinergismo entre estas que conduzca a mejoras netas en el sistema, como productividad y sostenibilidad, además de diversos beneficios ambientales y sociales” (Sotomayor & Barros, 2016, pág. 12)

Los sistemas agroforestales cumplen los servicios socioeconómicos, ecológicos y ambientales por el rol fundamental que cumple el árbol, puesto que es el principal componente

multipropósito del sistema ya que realizando una selección consiente de especies se puede obtener desde madera, forraje a componentes medicinales según los objetivos del sistema además de ser conjuntamente proveedores importantes de servicios como conservación de suelos, aumento de la fertilidad del suelo, mejora del microclima, demarcación de límites, captura de carbono, estabilización de cuencas, protección de la biodiversidad, recuperación de tierras degradadas y control de malezas (ICRAF, 2000) citado por (Sotomayor & Barros, 2016, pág. 12)

Los sistemas agroforestales, gracias a los servicios ecosistémicos que generan, concuerdan con iniciativas ambientales a nivel global (COP 21, la Iniciativa 4 por Mil) y europeas (Horizonte 2020, nueva Política Agraria Común, Estrategia Forestal Europea). Organismos internacionales como la FAO reconocen sus beneficios ambientales y promueven su desarrollo. El Departamento de Agricultura de los EEUU cuenta con un marco estratégico para el desarrollo agroforestal para 2011-2016. (Crespo, 2018, pág. 44)

En la agroforestería se cumple tres condiciones fundamentales (Somarriba ,1990) citado por (Köpsell, 2001)

- Existen dos especies de plantas que interactúan biológicamente
- Al menos uno de los componentes es una leñosa perenne
- Al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícola (incluyen las gramíneas)

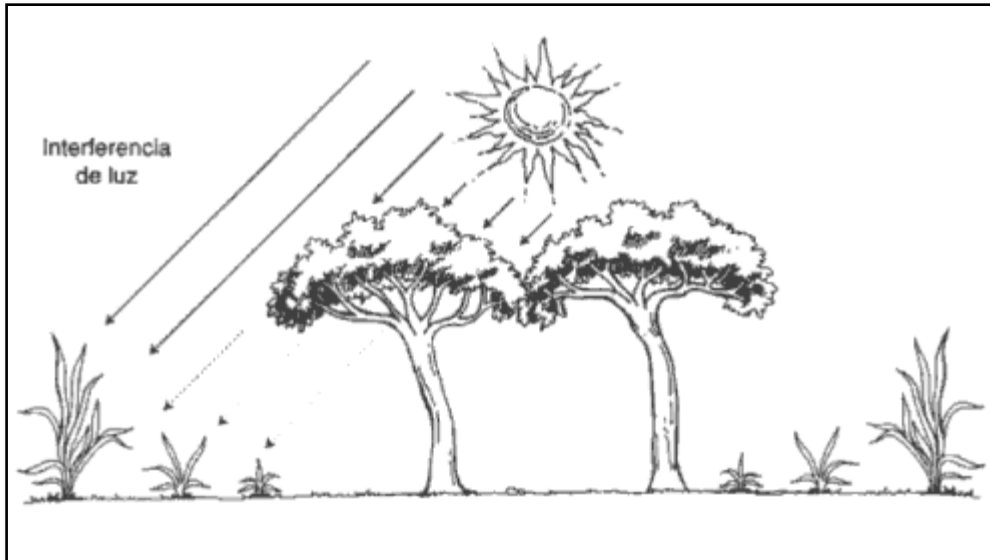


Ilustración 1. Elementos principales en la Agroforestería (Köpsell E., 2001)

Clasificación de los sistemas agroforestales

Diversos criterios pueden ser usados para clasificar y agrupar a los sistemas agroforestales (y prácticas) para lo cual (Nair P. , 1985) menciona que uno de los más usados es acorde a la estructura del sistema (composición y arreglo de los componentes), su función, su escala socioeconómica y nivel de manejo, y por último su alcance ecológico.

Tabla 1 *Criterios de Clasificación de los Sistemas Agroforestales*

Criterio de clasificación	Descripción
Estructural	<p>Estructuralmente el sistema puede ser agrupado como</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agrosilvicultural (cultivos, incluyendo arboles/arbustos (cultivos arbustivos y árboles) - Silvopastoril (pasturas/animales y árboles) - Agrosilvopastoril (cultivos y pasturas/animales y árboles). <p>El arreglo de los componentes puede ser en tiempo (temporal) o espacial</p> <p>Rendimiento y papel de los componentes, especialmente los maderables.</p>
Función	<ul style="list-style-type: none"> - Funciones productivas (producción para “necesidades básicas” como comida, forraje, leña, otros productos, etc.). - Papel protector (conservación del suelo, mejorar la fertilidad del suelo, protección ofrecida por cortavientos, cercas vivas, etc.).
Escala económica y nivel de manejo	<p>La escala socioeconómica de producción y el nivel de manejo del sistema pueden ser usados como criterios para designar el sistema como comercial, “intermedio”, o de subsistencia.</p>
Ecológico	<p>En base a lo ecológico, los sistemas pueden ser agrupados por cualquier zona agroecológica establecida tales como trópicos húmedos de tierras bajas, trópico árido y semiárido, trópico alto, así sucesivamente.</p>

Fuente 1. Adaptado de Nair, 1985

Cada uno de estos criterios tiene méritos y aplicabilidad en situaciones específicas, pero también tienen limitaciones así que un solo esquema de clasificación no puede ser aceptado como universalmente aplicable.

La clasificación dependerá sobre la propuesta para la cual será destinado. Sin embargo, hay solo tres componentes básicos establecidos que son manejados por el hombre en todo el sistema agroforestal, es decir leñosas perennes, plantas herbáceas y animales, y por consiguiente el primer paso lógico es la clasificación de los sistemas agroforestales basados en sus componentes, es decir en sistemas agrosilvicultural, silvopastoril y agrosilvopastoril (o cualquier otro especializado) (Nair P. , 1985, pág. 34)

Beneficios de los sistemas agroforestales

Sostenibilidad.

Las prácticas agroforestales actualmente son consideradas prácticas de producción sostenibles y están siendo reconocidas por ello internacionalmente, se caracterizan por limitar las entradas externas al sistema de producción como fertilizantes, herbicidas y pesticidas lo cual genera también un impacto positivo en la economía, el éxito de la implementación de estos sistemas se basa en el conocimiento del entorno, sus interacciones y ciclos, al conocer estos se es capaz de realizar asociaciones exitosas, con árboles o arbustos que aporten nutrientes al suelo mejorando la calidad del estrato más bajo ya sean gramíneas, cereales, etc., minimizando o evitando por completo la implementación de fertilizantes, además de proveer resiliencia (Mosquera, Moreno, Santiago, & Ferreiro, Sistemas agroforestales y PAC, 2015)

Para medir la sostenibilidad el método más comúnmente practicado es medir las diferencias ente salidas/entradas flujo entre la situación del “con” y “sin”; un segundo método para

estimar los beneficios de la sostenibilidad es determinar el costo requerido para prevenir el deterioro del sistema. (Hoekstra, Economics in Agroforestry, 1985, pág. 37)

La Sostenibilidad de los sistemas agroforestales se da a través de la combinación de beneficios agrícolas con beneficios forestales tal como se muestra en la Ilustración 2. Puesto que se llega a generar un ciclo donde se minimizan las entradas a los sistemas de producción realizando un uso eficiente de las salidas.

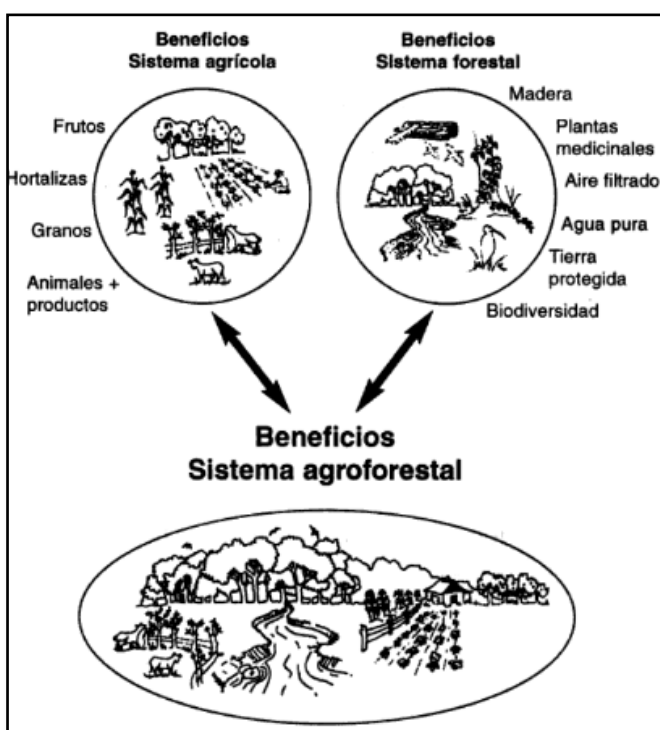


Ilustración 2. Sistemas agroforestales combinan beneficios agrícolas con beneficios forestales (Köpsell E., 2001)

Beneficios edafológicos de los sistemas agroforestales.

Los Sistemas Agroforestales tienen diversos objetivos entre estos a partir de asociaciones estratificadas, minimización de uso de agroquímicos y mecanización generar una simbiosis para mejorar las características fisicoquímicas y orgánicas del suelo. Influyendo específicamente al

mejorar los niveles de materia orgánica y por lo mismo existiendo una mejor dinámica en el ciclo de nutrientes además de que en presencia de leguminosas específicamente en la disponibilidad del nitrógeno; al estar presenta estas características existe un medio propicio para la actividad de la microflora del suelo permitiendo mejorar las condiciones físicas del suelo evitando erosión y generando disponibilidad de nutrientes. Nair (1982) citado por (Klass, 1983) todas estas características van íntimamente ligadas a la presencia del árbol como componente imprescindible de los sistemas agroforestales.

Los efectos benéficos de los árboles sobre la fertilidad de los suelos pueden incluir tanto una mejora en su estructura como un aumento en la disponibilidad de nutrimentos. La hojarasca que producen es fuente de materia orgánica, y en ella los macro y microorganismos del suelo encuentran condiciones favorables para multiplicarse de este modo descomponer las formas complejas presentes en los tejidos, en sustancias simples como el nitrógeno, el fosforo, el potasio, magnesio y calcio para que sean absorbidas nuevamente por los árboles y los cultivos vecinos.

Las leguminosas leñosas presentan además la capacidad de fijar en forma simbiótica el nitrógeno atmosférico, a través del *Rhizobium*, lo que le confiere una mayor adaptación y resistencia a la sequía. El sistema radicular de los arboles es muy desarrollado, por lo tanto, puede contribuir siendo un medio para promover el movimiento de nutrimentos desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores (Nair, 1989) (citado por (Santillan, Ferguson, & Francisco, 2007, pág. 55)).

En zonas en las que la pérdida de suelo arable es un problema, el árbol no sólo previene contra la erosión hídrica y eólica favoreciendo la infiltración del agua y brindando cobertura vegetal, sino que genera suelo por sí mismo o a través del empleo de sus restos para realizar

compost. Desde una perspectiva del ciclo de nutrientes son capaces de actuar como verdaderas bombas de nutrientes al captar los elementos del suelo que no emplea el sotobosque y “reciclarlos” en el sistema a través del desfronde (hojas fundamentalmente) la incorporación a sus tejidos y posterior generación de restos por parte del arbolado. Modifican el microclima proporcionando un claro papel taponador de los extremos térmicos, y esto permite proteger los cultivos de las olas de calor cada más recurrentes. El árbol también actúa de forma beneficiosa en algunas condiciones proporcionando en época de sequía disminución de la temperatura, aumentando la humedad e incluso generando rocío, lo que lo convierte en una herramienta de enorme utilidad frente al cambio climático en aquellas zonas en las que la sequía se está haciendo cada vez más importante. Estos aspectos cobran especial relevancia en zonas de fuertes vientos al evitar el intenso efecto desecador de los mismos. Además, al propietario o gestor del territorio le proporciona madera para realizar vallados, suministran leña favoreciendo la bioeconomía, alimentos para el hombre o el ganado y generan bienestar gracias a su sombra. Es por ello que la expresión “un árbol para todo” en el ámbito agrícola cobra cada vez más sentido. (Mosquera, Moreno, Santiago, & Ferreiro, Sistemas agroforestales y PAC, 2015, pág. 114)

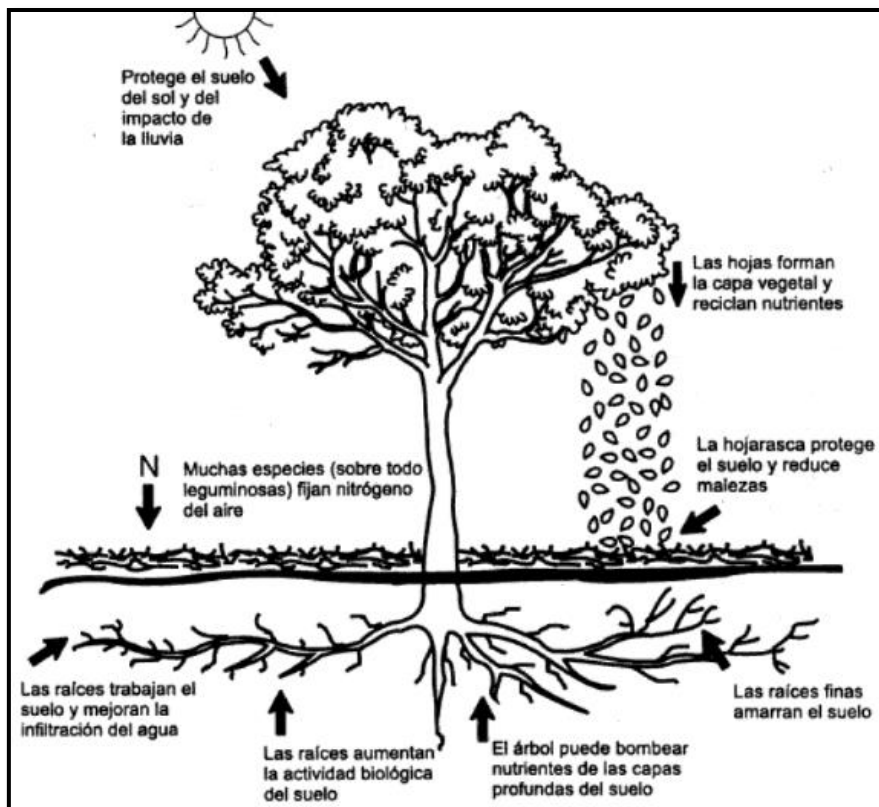


Ilustración 3. Efectos del árbol en el aporte de nutrientes y la conservación del suelo (Köpsell E., 2001, pág) Modificado de Geilfus, 1994. El árbol al servicio del Agricultor. manual de Agroforestería para el desarrollo Rural. Turrialba, Costa Rica : ENDA CARIBE

Conservación del agua

La conservación del agua por medio de los sistemas agroforestales es un beneficio poco estudiado, pero se infiere que participan en cuanto a mejorar la cantidad y calidad; esta conservación se realiza a través de la presencia del árbol en el sistema por su influencia en el ciclo hídrico pues que por sus doseles al abarcar mayor área permiten una mayor recepción de gotas, el agua se condensa en el ambiente y de este modo modificando la transpiración y reteniendo agua en el suelo, lo que evita que el agua choque directamente en el suelo y exista escorrentía de este modo favoreciendo la retención de agua y por lo tanto su infiltración, se han reportado casos donde las zonas desprovistas de cobertura arbórea y predominan cultivos de

porte bajo ha sido menor su infiltración a comparación donde están presentes árboles o arbustos, demostrando entonces la capacidad para evitar la escorrentía superficial siendo esto bastante útil al evitar que sustancias contaminantes lleguen a las fuentes hídricas y que los fertilizantes ya sean orgánicos o químicos se lixivien y generen pérdidas económicas al productor además de hacer que el procesos de reciclaje de nutriente sea más eficaz, conjugando todo lo anterior se reporta también que las microcuencas que no están desprovista de cobertura árboles producen buena calidad de agua. (Beer, y otros, 2003)

Conservación de la biodiversidad

La necesidad urgente de diseñar estrategias efectivas para la conservación de la biodiversidad ha generado una enorme atención en todo el mundo. Los científicos y políticos son cada vez más conscientes del papel de la agroforestería en la conservación de la biodiversidad, tanto en regiones tropicales como en templadas. La agroforestería desempeña cinco funciones fundamentales en la conservación de la biodiversidad (Casanova, y otros, 2016, pág. 277)

Tabla 2 *Funciones de los Sistemas Agroforestales en la Conservación de la Biodiversidad*

A	B	C	D	E
Provee un hábitat para especies tolerantes a la perturbación	Permite la preservación de germoplasma de especies sensibles	Reduce la destrucción de hábitat, proporcionando alternativas productivas sostenibles	La proporciona del corredores biológicos aumentando la conservación y de la flora y fauna	Ayuda a controlar erosión y recarga de aguas subterráneas, evitando degradación y

pérdida del
hábitat

Fuente 2. Adaptado de Casanova y otros, 2016

Los SAF proveen hábitat y recursos para especies de plantas y animales, manteniendo la conectividad en el paisaje y reduciendo los procesos de fragmentación, lo que facilita el movimiento de animales, semillas y polen. Esto permite reducir los efectos de bordes en los fragmentos forestales remanentes, además de amortiguar áreas protegidas (IDEAM y Conservación Internacional, 2011)

La conservación de la diversidad depende mucho del diseño y manejo de los SAF por parte del agricultor y de sus actitudes hacia la biodiversidad. Aunque los SAF tienen menor riqueza de árboles, diferente composición botánica y menor densidad arbórea, todavía retienen algunas especies del bosque primario y poseen una estructura multiestratificada similar al bosque que parece proveer hábitat y nichos para los mamíferos (Guiracocha, Harvey, Somarriba, Krauss, & Carrillo, 2001, pág. 11)

Capítulo II

Sistemas Agroforestales funciones, ventajas y desventajas

Sistema Agrosilvicultural

El término agrosilvicultura se refiere a un cierto sistema de utilización del medio y a una particular tecnología, con los cuales, deliberadamente, se hace un manejo de masas vegetales maderables y perennes (como lo son los árboles, los arbustos, las palmas, los bambús, etc.), en la misma unidad de aprovechamiento agrícola y/o pastoril, generando una estrategia de apropiación del espacio en forma de mosaico y desplegada de manera diferencial en el tiempo (Nair, P.K.R. 1990) (Bassols, 1992)

“Los sistemas agrosilviculturales asocian árboles con cultivos agrícolas, Incluidos en los sistemas agrosilviculturales están los cultivos mixtos de árboles, los árboles y arbustos multipropósito y el sistema de barbecho” (Campanhola & Pandey, 2018, pág. 108)

Esta estrategia de producción está condicionada a la presencia de especies vegetales y al menos una debe cumplir con ser una perenne maderable asociado con animales, la presencia de la perenne maderable hace que el ciclo productivo de este tipo de arreglos agroforestales sea mayor a un año, el objetivo de estos sistemas productivos siempre será obtener variedad de productos por parcela traducido en bienes económicos de manera sostenible y sustentable para lo cual deben ser adaptados a las condiciones agroambientales, económicas y socioculturales de la zona a donde se van a implementar. (Bassols, 1992)

Esta combinación podría ser temporal (Taungya) o bien permanecer hasta el aprovechamiento de madera. Por otro lado, se denomina “sistema agrosilvicultural

permanente” a la combinación continua de cultivos agrícolas con maderables. El Taungya es un método apropiado para finqueros que tengan el terreno suficiente para dedicar una parte a la producción maderable, pero que también necesita reducir los costos de establecimiento y de espera; Los sistemas agrosilviculturales permanentes son una opción más apropiada en terrenos de vocación forestal donde es factible conseguir una o dos cosechas de un cultivo anual incluso sin aplicaciones de fertilizantes si ha habido un barbecho suficiente (Lucas, Beer, & Gerald, 1994) ya que el “Sistema taungya consiste en el establecimiento de cultivos agrícolas durante el desarrollo de los primeros años de una plantación forestal.” (Ospina, Aproximación a la Identificación Agroforestal, 2008, pág. 40)

“Como sistema agrosilvicultural permanente se refiere a la combinación continua de cultivos agrícolas con árboles, como por ejemplo arboles maderables con cultivos perennes, con este sistema el pequeño y mediano propietarios con interés en reforestación puede obtener ingresos continuos.” (Lucas, Beer, & Gerald, 1994)

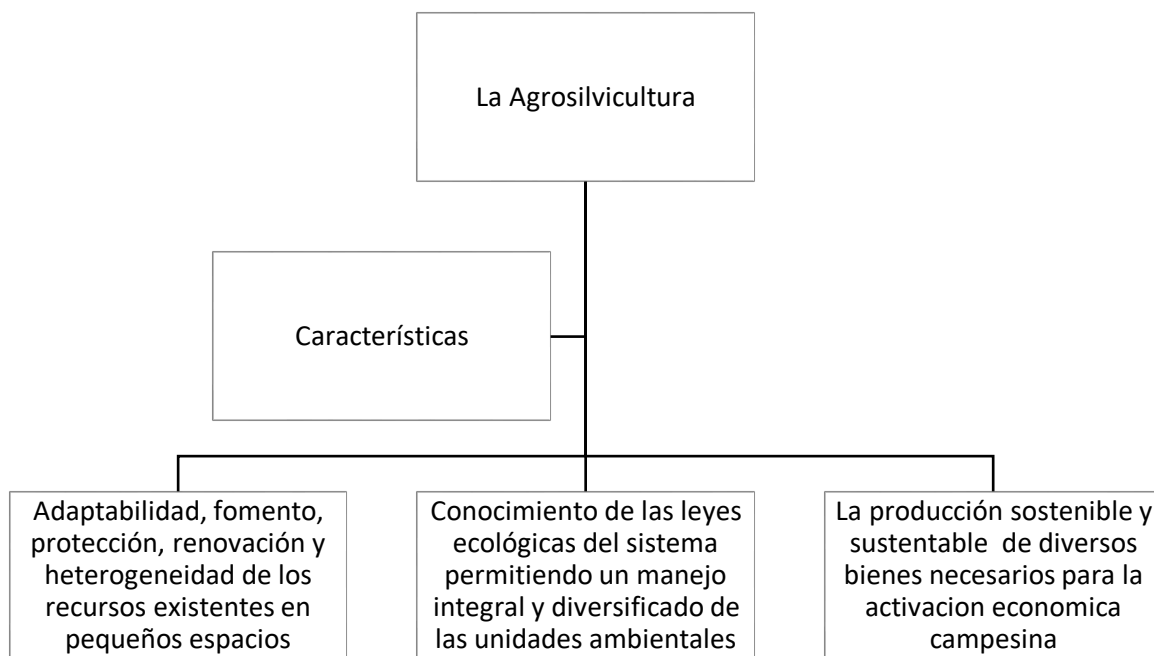


Figura 1. Características De La Agrosilvicultura (Fuente: Adaptado de Lucas, Beer & Gerald, 1994)

Ventajas y desventajas de los Sistemas Agrosilviculturales

La Agrosilvicultura a pesar de ser un sistema de producción sostenible presenta en su implementación y manejo una serie de ventajas y desventajas el aprovechamiento y control de estas respectivamente pueden ayudar a optimizar el sistema, pero no condicionan el resultado puesto que este dependerá de otros factores como los medioambientales, sociales y económicos de la zona.

Tabla 3 *Ventajas y Desventajas de la Agrosilvicultura*

Ventajas	Desventajas
<p>-El propósito de un manejo donde se minimiza el uso de agroquímicos sumado a los múltiples bienes agrícola y pecuarios obtenidos financian la inversión que se debe realizar para el establecimiento de los arboles</p>	<p>-Menor tasa de crecimiento y una baja sobrevivencia ante la competencia de los cultivos</p>
<p>-Hay mejores tazas de sobrevivencia y crecimiento de los arboles debido al manejo agrícola</p>	<p>-Posibles Efectos alelopáticos en los maderables por la liberación de sustancias químicas de los cultivos</p>
<p>-Asociaciones con leguminosas brindan mayor disponibilidad de nitrógeno</p>	<p>-Daños mecánicos de las raíces de los maderables, al momento de la cosecha agrícola</p>
<p>-Al estar presente un cultivo agrícola se realiza detección de plagas y enfermedades con mayor rapidez</p>	<p>-Malas prácticas de manejo como realizar podas o raleos excesivos de los arboles</p>
<p>-Aprovechamiento eficaz de los nutrientes del suelo por la implementación de cultivos en estratos</p>	<p>-Deterioro del sitio por erosión o agotamiento de nutrimentos debido al manejo agrícola</p>
	<p>-Realizar asociaciones inadecuadas generando un sistema insostenible</p>
	<p>-Mayor exigencia en el uso de mano de obra</p>

Fuente 3 Adaptado de Lucas, Beer & Gerald, 1994

Para el éxito de todo sistema de producción es importante tener en cuenta criterios para la elección adecuada de las especies a implementar minimizando las interacciones negativas, de este modo optimizar el éxito de la producción cabe resaltar que una de las más importantes es establecer especies endémicas o en general que se acoplen bien a las condiciones agroclimáticas de la zona.

Tabla 4 Criterios de Selección del Árbol y el cultivo asociado

Componente arbóreo	Cultivo asociado
- Fechas y secuencias de siembra de los componentes forestales /agrícolas	- Que den poca sombra durante el establecimiento de los maderables
- Distancias de siembra	- Especies no trepadoras mientras los arboles sean jóvenes
- La duración del periodo de asocio (periodo agrícola)	- Que no agoten los nutrimentos del suelo si no está previsto aplicar fertilizantes
- El manejo de podas, fertilización y control de malezas	- En caso de que se cultiven raíces y tubérculos, estas no deben extenderse lejos del tallo (como la yuca)
- Criterios para la selección de especies maderables	- Que fijen nitrógeno
- La producción agrícola puede ser tan importante como la producción forestal	- Especies con potencial económico conocidas en la zona
- Fustes con formas aceptables, aun cuando se plante en espacios amplios	- Que no se reproduzcan convirtiéndose en maleza
- Ofrecer una sombra ligera o bien distribuida	- Que no sean hospederas de plagas que afecten a los arboles
- Tolerar la sombra lateral o vertical durante	

<p>su establecimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poseer una copa pequeña - No tener efectos alelopáticos sobre los cultivos asociados, como podría suceder con el <i>Eucalyptus</i> - Sistema radicular profundo para evitar daños de raíces por el manejo agrícola y reducir la competencia con los cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Tolerantes a la sombra - De porte bajo que no provoquen daños físicos a los arboles - Sin efecto alelopáticos sobre los arboles - Que no compitan excesivamente por nutrimento con los arboles sembrados - Especies poco exigentes en cuanto a manejo
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente 4. Adaptado de Lucas, Beer & Gerald, 1994

“Los sistemas agrosilviculturales permanentes son apropiados en suelos de mediana y buena fertilidad, permitiendo una producción agrícola y maderable constante.” (Lucas, Beer, & Gerald, 1994)

Tipos de sistemas agrosilviculturales

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. (Díaz & Soto, 2015)

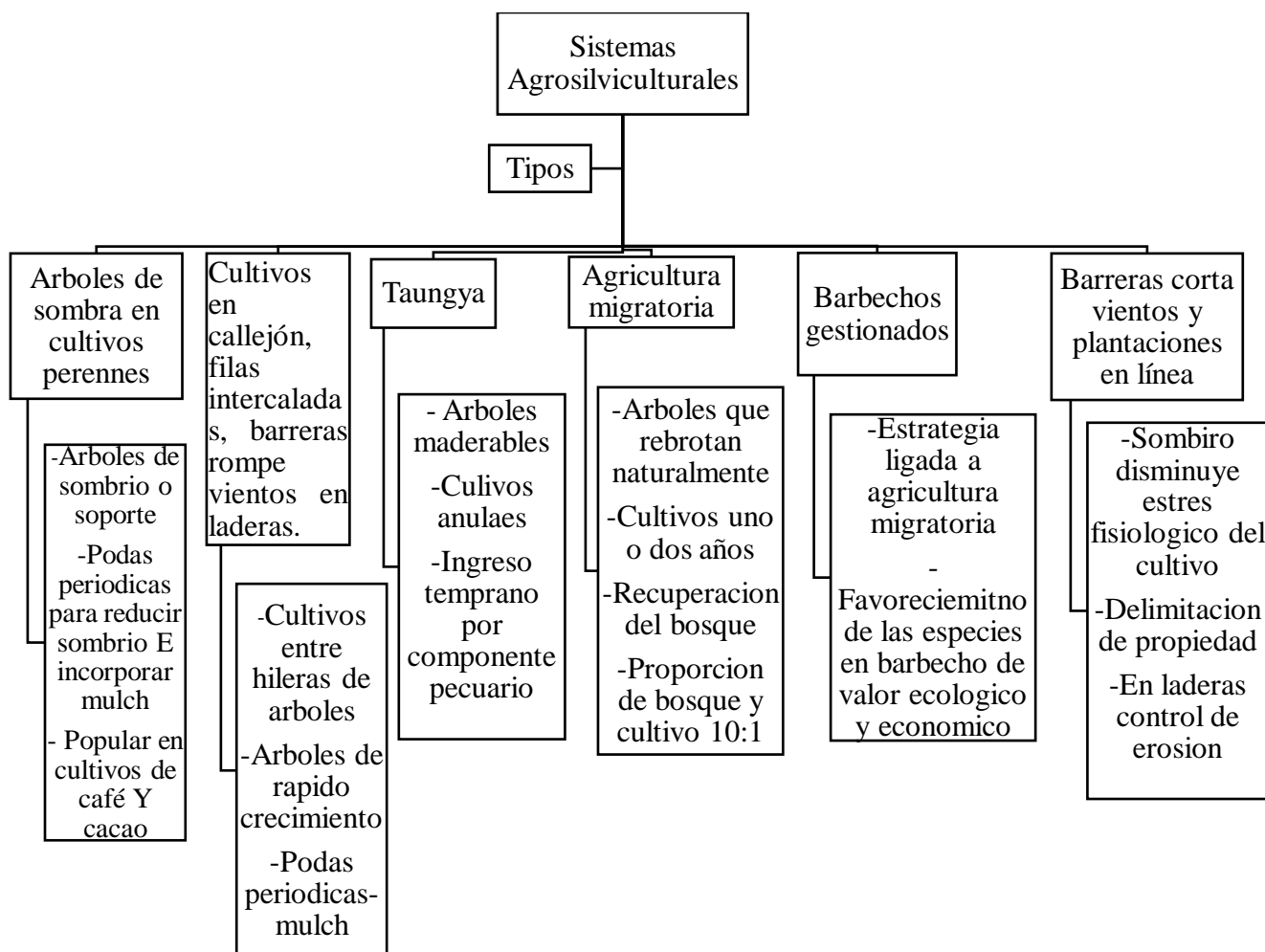


Figura 2. Tipos de Sistemas Agrosilviculturales (Fuente: Adaptado de (Ibrahim & Beer, 1998))

“Para familias rurales de pocos recursos la producción orgánica de cultivos bien desarrollada significa una producción sostenible de alimentos, aun cuando no tenga acceso a agroquímicos”
Hoechsle (1996) Citado en (Prins, Galloway, Fassaert, & Nilsson, 1999)

“La agrosilvicultura es un sistema de producción potencialmente adaptable para a generación de importantes cantidades de alimentos de amplia circulación en el mercado internacional, lo que, a su vez, ha provocado importantes esfuerzos para su “modernización” (Bassols, 1992)

Sistemas silvopastoriles

Los sistemas Silvopastoriles (SSPi) son un gran ítem de los sistemas agroforestales y son los más específicos en contribuir a la ganadería bovina a que mitigue sus impactos ambientales, pero en realidad le competen todas las especies pecuarias buscando que exista una sostenibilidad entre los elementos que interaccionan en este, los cuales a gran escala son animal, suelo y planta, por lo tanto “Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral” (Pezo, Muhammad, & Ibrahim, *Sistemas Silvopastoriles*, 1998, pág. 4)

Concordando con lo anterior (Russo R. , 2015) los define como agroecosistemas en los que se asocia deliberadamente un componente arbóreo con uno herbáceo (pasturas naturales o mejoradas) y otro pecuario (ganado) en un mismo sitio, de manera que existan interacciones biológicas entre ambos con el objetivo de maximizar el uso de la tierra. A esto se pueden sumar las prácticas silvopastoriles, en las que no es necesario que el componente leñoso esté en el mismo sitio que el animal, ya que el forraje puede ser trasladado; tal es el caso de los bancos forrajeros o las cercas vivas, que son podadas y el forraje producto de la poda es suministrado a los animales estabulados. p.158

Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantados con fines maderables, para productos industriales, como frutales o árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal. Por lo tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles. En Colombia, se puede apreciar pastoreo en bosques naturales, pastoreo en plantaciones forestales para madera, pastoreo en huertos, pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales, pastoreo

en plantaciones de árboles frutales, praderas con árboles y/o arbustos forrajeros en las praderas, sistemas mixtos con árboles o arbustos multipropósito para corte, cercas vivas, pastoreo en bancos forrajeros de leñosas perennes. (Mahecha, 2002, pág. 226)

Los productos y servicios que brindan los árboles y el componente arbóreo permiten obtener beneficios a corto, mediano y largo plazos. Si se logra que cada unidad de producción funcione como un verdadero sistema integrado, con la interrelación adecuada de cada uno de sus componentes –animal, forestal y pasturas–, complementados con un buen manejo, se pueden alcanzar mejores rendimientos y la sostenibilidad de la producción, lo cual se verá reflejado en un aumento de la productividad por hectárea (Russo R. , 2015, pág. 158).

Actualmente se han convertido en sistemas de mucha acogida para ser implementados en las producciones ganaderas puesto que este tipo de explotaciones pecuarias necesita de grandes extensiones de tierra lo que conlleva al fácil establecimiento de las especies arbóreas y arbustivas. La elección de las especies como de los estratos a implementar deben estar sujeto siempre a las interacciones tanto positivas como negativas que se van a generar en el sistema y por lo tanto el éxito de cualquier sistema productivo dependerá del conocimiento y direccionamiento de estas logrando un manejo eficaz.

Las especies forrajeras que han sido recomendadas y utilizadas bajo condiciones de bosque seco tropical son la *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) y el Matarratón (*Gliricidia sepium*), especies que proporcionan una fuente de alimentación a los animales. Sin embargo, es necesario brindar otras opciones al productor al momento de implementar estos sistemas, como especies arbóreas de rápido crecimiento, fácil adaptación y excelente producción de forraje por área de siembra. Pérez (2010) citado por (Holguin, Garcia, & Mora, 2018).

Los primeros criterios de selección de las especies forrajeras se basan en la capacidad adaptativa a condiciones agroecológicas específicas, la cual se expresa en indicadores productivos y morfoagronómicos como producción de biomasa, relación hoja: tallo, tasa de crecimiento y productividad por unidad de superficie (Holguin, Garcia, & Mora, 2018, pág. 10)

Clasificación de sistemas silvopastoriles

No existe una clasificación unívoca de los tipos de sistemas silvopastoriles por lo tanto esta varía de acuerdo a los autores por consiguiente es imperioso citar algunas de las más relevantes. Un aspecto de agrupamiento general que cabe recalcar.

Tabla 5. *Clasificación de Sistemas Silvopastoriles acorde a algunos autores*

Nair	Jiménez & Vargas, 1998	Pezo & Ibrahim, 1999	Russo. 2015
1. Bancos de proteína	1. Cercas vivas, setos	1. Cercas vivas	1. Sistemas silvopastoriles con enfoque forestal
2. Asociaciones de árboles con pastos	2. Bancos de proteína o energía.	2. Bancos forrajeros de leñosas perennes	a) Pastoreo de plantaciones
3. Pastoreo en plantaciones forestales y frutales	3. Leñosas perennes como barreras vivas en áreas de pendiente, como parte de un sistema de “corte y acarreo” para la suplementación de ganado estabulado.	3. Leñosas perennes en callejones (“Alley Farming”)	b) Pastoreo de bosques naturales
4. Cercas vivas	4. Sistemas de cultivo en callejones (“alley	4. Árboles y arbustos dispersos en potreros	c) Pastoreo en huertos
		5. Pastoreo en	2. Sistemas silvopastoriles con enfoque ganadero
			a) Silvopasturas

cropping”) con plantaciones de (praderas con árboles	
leguminosas arbóreas o árboles o arbustos forrajeros)	
arbustivos, intercalados maderables o b) Árboles aislados	
con forrajeras herbáceas. frutales en potreros	
5. Pastoreo en 6. Leñosas perennes c) Cercas vivas	
plantaciones de árboles sembradas como d) Sistemas mixtos	
maderables o frutales (a barreras vivas integrados con	
veces con forrajeras 7. Cortinas rompe árboles forrajeros o	
herbáceas como vientos multipropósito para	
cobertura). corte (bancos	
6. Cortinas forrajeros)	
rompevientos en fincas e) Prácticas	
ganaderas. agroforestales en	
7. Pastoreo en ganadería	
matorrales y bosques f) Sistemas	
naturales. silvopastoriles	
8. Árboles maderables intensivos –SSPi–	
o frutales dispersos en (especializados en	
potreros. producción animal)	

Fuente 5. Adaptado de (Jiménez & Vargas, 1998), (Pezo & Ibrahim, Sistema Silvopastoril, 1999) y (Russo R. , 2015)

Acorde con esto se observa el patrón de clasificación que se sigue con respecto a la estructura, función, objetivo, métodos de implementación, manejo y cantidad del componente arbóreo y/o

arbustivo, a continuación, se describen algunos

1. Sistemas silvopastoriles con enfoque forestal.

1.1. Pastoreo de plantaciones

La estrategia de pastoreo en plantaciones es de utilidad cuando las plantaciones forestales y frutales aún no han alcanzado su madurez productiva de este modo se aprovecha las gramíneas y se obtiene un bien económico más temprano puesto que este sistema productivo la ganadería es un bien secundario ya que el objetivo final es la obtención de madera para el caso de utilizar especies maderables y/o frutos, es importante que las especies arbóreas sean lo suficientemente grandes para soportar el pastoreo y existen especies que por su dosel pequeño o mediano ya en fase adulta permiten el pastoreo en callejones permitiendo lograr un sistema de producción más sostenible a comparación de un cultivo forestal y ganadería convencional. (Alianza MéxicoREDD+, S.f, pág. 12)

Al sembrar una plantación en áreas utilizadas para la producción ganadera, los pastos se convierten en un problema para su manejo, los pastos afectan el establecimiento y crecimiento de los árboles obligando a incurrir en costos de control; el pastoreo del ganado bajo las plantaciones forestales es una alternativa que permite diversificar la producción, además vuelve atractiva la reforestación por la generación de ingresos antes del aprovechamiento forestal (Toruño, Mena, & Guharay, 2015, pág. 56)

1.2. Pastoreo de bosques naturales.

“Estos son los sistemas silvopastoriles más antiguos y se han practicado desde hace mucho tiempo en Europa y en América desde la colonización.” (Sánchez, 1999, pág. 3)

Es un sistema muy frecuente en zonas de frontera agrícola en el cual se introducen gramíneas bajo el bosque natural o secundario de tal modo el manejo de la sucesión vegetal no

se realiza por medio de prácticas agrícolas como la quema, la mecanización y las utilización de herbicidas; el control de estas la realiza el animal en periodos que pueden durar entre 3 y 6 años dependiendo de la región (Santillan, Ferguson, & Francisco, 2007)

Montagnini, et al., (1992) citado por (Santillan, Ferguson, & Francisco, 2007) menciona que “por medio de podas selectivas y entresacas de madera se puede llegar a conformar de dos a tres estratos de vegetación compatibles con los pastos.”

1.3. Pastoreo en huertos.

“Es una alternativa para control de malezas y reducción de incendios" (Vera y Vega, 1986).

En las zonas tropicales el mayor interés ha sido en la integración de ovinos en los huertos de cítricos su aplicación en las plantaciones comerciales ha sido limitada, debido en parte, al consumo del follaje de los cítricos, una aplicación más inmediata existe con la integración de caballos en cítricos, ya que controlan los agresivos pastos tropicales y consumen solo los frutos caídos, sin dañar los troncos o el follaje de los frutales. (FAO, 1999, pág. 5)

2. Sistemas silvopastoriles con enfoque ganadero.

2.1. Silvopasturas.

Incorporación de árboles o arbustos forrajeros o multipropósito en las praderas naturales o artificiales. Las modalidades pueden incluir las cercas vivas, bancos de proteína y la inclusión de forrajeras arbustivas o arbóreas directamente en las praderas (Sánchez, 1999, pág. 5)

En este tipo de arreglos el “objetivo principal es la ganadería de forma secundaria se puede lograr la producción de madera, leña o frutas, los animales pastan en toda el área de pastoreo, consumen las hojas, frutas, cortezas y otras partes del árbol.” Midence & Torres, (2000) Citado por (Vega & Lamela, 2002)

3. Árboles dispersos.

A medio día una vaca productora de leche puede necesitar una sombra de aproximadamente $4m^2$. Puede ser adecuado un mínimo de 16 árboles/Ha, si es un árbol grande como el Samán (*Albizia saman*, sin. *Samanea saman*). Pero si son árboles de tamaño mediano, la estrategia silvopastoril puede incluir 65-80 árboles/Ha. En una producción forestal asociada con ganadería la densidad de árboles sería aún mayor (Ministerio de Agricultura, IICA, USDA, MEPyD, 2016, pág. 13).

La presencia de árboles en el potrero es una estrategia que genera bienestar animal minimizando el estrés que puede generar la radiación solar directa la cual afecta el consumo de alimento y agua por lo tanto disminuye el aumento de peso y cantidad de litros leche producidos.

3.1. Cercas vivas.

Es una o algunas líneas de especies leñosas (ocasionalmente con no leñosas) que restringen el paso de personas y animales a una propiedad o parte de ella (Ospina, Aproximación a la Identificación Agroforestal, 2008, pág. 34)

El establecimiento de cercas vivas es probablemente la estrategia silvopastoril más utilizada. Las cercas vivas también pueden servir como cortina rompe viento esto es puede ayudar a evitar la erosión del suelo. Su establecimiento se basa en la capacidad que tienen las varas de algunas especies de hacer brotar raíces y ramas nuevas al enterrarse, ya que en realidad se están sembrando. Las especies de árboles más utilizados para cercas vivas son Piñón Cubano (*Gliricidia sepium*), Jobo (*Spondias spp.*), Guázuma (*Guazuma ulmifolia*) y Almacigo (*Bursera simaruba*) (Ministerio de Agricultura, IICA, USDA, MEPyD, 2016, pág. 12)

(Pezo & Ibrahim, Sistema Silvopastoril, 1999, pág. 99) Citando a Holmann et al. (1992) Establecen que la implementación de cercas vivas puede significar un ahorro económico de hasta un 46% con respecto al costo de las cercas convencionales y por lo tanto se disminuye la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña conjuntamente las especies

escogidas para este fin por lo general cumple propósitos adicionales ya sea de carácter forrajero, frutal o maderable diversificando la producción. En tanto que a los animales en ganadería proporciona sombra y forraje, en el contexto ambiental ayudan a controlar parcialmente los vientos fuertes y las altas temperaturas, protege a la fauna silvestre al generar microclimas favorables a estos, contribuye a la infiltración de agua y conservación del suelo por el aporte de materia orgánica y fijación de nitrógeno a partir de la hojarasca y la utilización de leguminosas respectivamente.

3.2. Sistemas mixtos integrados con árboles forrajeros o multipropósito para corte (bancos forrajeros).

“Son un área cultivada con especies leñosas y no leñosas forrajeras, generalmente asociada con pasturas o cultivos transitorios circundantes. Los bancos de forrajes se han utilizado recientemente en Colombia, principalmente en la región Andina” (Ospina, Aproximación a la Identificación Agroforestal, 2008, pág. 38)

“Los bancos forrajeros son estrategias de cultivo de especies arbustivas en altas densidades de siembra que permiten garantizar la disponibilidad de alimento destinado a rumiantes en las fincas.” (Fonseca, y otros, 2019, pág. 23)

Establecimiento de especies tanto de leguminosas como otras especies en bloque a una alta densidad, las cuales deben estar categorizadas con un contenido proteico mayor al 15% mientras que es considerado banco de energía aquel que se establece con especies que contienen un porcentaje menor al 15% de contenido proteico y a especies que en conjunto también tienen alto contenido de digestibilidad (P.e *Morus, spp.*) Como banco energético proteico; estos se pueden manejar bajo corte o bajo pastoreo en este último caso se debe ofrecer a los animales 25 a 40% más de forraje para compensar pérdidas por pisoteo, las especies leñosas perennes

que se escojan para este fin deben tener cualidades como resistencia a la actividad de mantenimiento como las podas o defoliaciones frecuentes e intensas, alta tasa de rebrote, buena proporción de hojas, buena calidad nutritiva y buena palatabilidad (Pezo & Ibrahim, Sistema Silvopastoril, 1999)

- Banco de proteína

La idea de banco de proteína es muy conocida. Consiste en seleccionar especies de plantas cuyas hojas tengan un alto nivel de proteína. Este debe ser siempre más alto que el pasto que más abunda en la finca. Por ejemplo, si tenemos un pasto de tipo gramínea como la Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) o una Brachiaria, cuyo nivel de proteína cruda oscila entre 8 y 14% dependiendo de la edad del rebrote y la fertilización recibida, tendremos que seleccionar para el banco de proteína una planta que tenga al menos 16% de proteína cruda en las hojas. Los bancos de proteína usualmente se cercan aparte de los potreros debido a que si el ganado entra a pastorear podría ser muy agresivo para las plantas (Ministerio de Agricultura, IICA, USDA, MEPyD, 2016, pág. 14)

4. Prácticas agroforestales en ganadería.

Este tipo de prácticas es económicamente atractiva, puesto que se realiza un aprovechamiento máximo de la unidad de tierra a comparación cuando solo se establece ganadería convencional, es muy practica la implementación de árboles frutales y de pastoreo entre hileras donde el semoviente aparte de consumir la gramínea establecida también tienen la opción de comer los frutos que caen al suelo, antes de ingresar a pastoreo los animales se debe esperar que el componente arbórea sea lo suficientemente fuerte y alto para soportar posibles daños por ramoneo, especies como Teca, Cedro, Acacia (específicamente la *Acacia mangium*) son ideales para este tipo de arreglos (Ministerio de Agricultura, IICA, USDA, MEPyD, 2016, págs. 16,17,18)

4.1. Sistemas silvopastoriles intensivos –SSPi– (especializados en producción animal)

4.1.1 Sistemas agroforestales especializados para la ganadería intensiva.

“Estos sistemas se basan en la producción intensiva de forrajes de alto valor nutritivo (Morus, Hibiscus, Malvaviscus) en combinación con leguminosas para reducir los aportes externos de abonos o fertilizantes nitrogenados” (Benavides, 1994).

“Estos forrajes de alta calidad pueden reemplazar completamente los concentrados a base de cereales y tortas de oleaginosas si reducción de la calidad ni la cantidad de leche, y por tanto permiten niveles muy altos de intensificación sin alta dependencia de insumos externos.” (Sánchez, 1999)

Sistema Agrosilvopastoril

“El sistema agrosilvopastoril (SASP) es una alternativa de producción agropecuaria en donde interactúan los componentes agrícolas, arbustivos, forrajeros y animales bajo un sistema integrado.” (Lobo Di Palma & Olman, 2001, pág. 85)

Un sistema agrosilvopastoril es sustentable si es capaz de reproducirse así mismo por tiempo razonable, y si puede cambiar oportunamente cuando las condiciones así lo exigen para seguir funcionando a largo plazo. Para que esto ocurra, los recursos y procesos ecológicos y sociales que lo hacen funcionar deben ser capaces de reproducirse y por lo tanto de autorregularse, de coordinarse para ser compatibles, de amortiguar oportunamente las perturbaciones coyunturales adversas, de reorganizarse y de adaptarse cuando se presentan cambios estructurales internos y externos (Nahed, 2008) esto resume en que un sistema silvopastoril debe ser resiliente, sostenible y sustentable.

Varios autores han analizado las ventajas y desventajas de los SASP.

Tabla 6. *Ventajas y Desventajas de Los Sistemas Agrosilvopastoril*

Ventajas	Desventajas
<p>-Producir en los bosques productos como leche y carne conservando este tipo de ecosistemas evitando ampliar la frontera agrícola con prácticas insostenibles como tala y quema de bosque, de este modo se crea una diversificación del sistema.</p>	<p>-Compactación del suelo por pisoteo del ganado se puede compensar por el efecto que las raíces tienen sobre la porosidad, capacidad de infiltración y aireación del suelo</p>
<p>-Permite el aprovechamiento de productos secundarios del sistema como leña, postes, madera y forraje y de este modo minimiza las entradas externas al sistema.</p>	<p>-La cosecha mecanizada de cultivos, la henificación o el ensilado se pueden interferir</p> <p>-Por lo cual es bueno planificar usando líneas simples o franjas.</p>
<p>-La ganadería ayuda en el control de gramíneas y arvenses para evitar competencia con el componente arbóreo juvenil y en el momento de la cosecha</p>	<p>-Una connotación de prácticas de subsistencia, los pueden hacer menos atractivos y confiables para importantes inversiones.</p>
<p>-En asociaciones de ganadería con cultivos, el 60 y 70% de la biomasa vegetal puede usarse en la alimentación del ganado sin causar competencia con la alimentación humana.</p>	<p>-Desconocimiento de las técnicas agrosilvopastoriles y la falta de personal entrenado</p> <p>-La experimentación formal es compleja y requiere de un compromiso a largo plazo que pocas instituciones están dispuestas a asumir.</p>
	<p>-Daño del fruto y flor por la velocidad y tamaño de la gota a la caída</p>

-Ante la presencia de árboles fijadores de nitrógeno (AFN) se contribuye a la fertilidad del suelo, y cuando sus hojas y ramas comestibles son utilizadas como forraje rico en proteína

Fuente 6: Adaptado de (Russo R. , 2003) , (Iglesias, Funes-Monzote, F, Simón, & Milera, 2011)

Interacciones resumidas de diversos autores

1. Aporte de materia orgánica al suelo y absorción de elementos en horizontes más profundos y los depositan en la superficie, haciéndolos disponible para los pastos. En el caso de los árboles fijadores de nitrógeno es lógico suponer un beneficio adicional
2. Los árboles proporcionan un microclima favorable para los animales (sombra y disminución de la temperatura) la magnitud del sombreado depende de la cantidad de árboles por unidad de superficie, el diámetro de las copas y su frondosidad; La sombra protege al animal del excesivo calentamiento, la cual se relaciona con el balance térmico del animal, una temperatura menor que la corporal se traduce en mayor consumo.
3. Los árboles pueden competir con la pastura por agua, nutrientes, luz y espacio y el efecto será mayor en la medida que los requerimientos sean similares, la caída natural de las hojas y la poda, modifican los requerimientos y la disponibilidad de agua, luz y nutrimentos en los componentes del sistema; a adecuada selección de especie, épocas y frecuencia de podas, puede ayudar a atenuar la competencia o dirigirla convenientemente.

4. Si la carga animal es alta o los arboles están en grupos, debajo de los cuales los animales se concentran en busca de sombra, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de los árboles y el pisoteo puede afectar la cobertura herbácea y dar origen a focos de erosión.
5. Las preferencias alimenticias de los animales pueden afectar la composición del bosque (con el tiempo predominan las especies no apetecidas por el ganado)
6. La presencia del componente animal cambia y puede acelerar algunos aspectos del ciclaje de nutrimentos al retornar al suelo heces y orina
7. Los animales pueden diseminar las semillas o escarificarlas, lo cual favorece la germinación (Russo R. , 2003)

Capítulo III

Síntesis de los diferentes conceptos y perspectivas de los Sistemas Agroforestales

La Agroforestería

En América Tropical la práctica de la agroforestería, antes de existir en el ámbito académico y de investigación, ha sido tradicional (en muchos casos milenario) y le pertenece a las culturas indígenas, afrodescendientes y mestizas asentadas en las diversas regiones más sin embargo La paternidad del término agroforestería debe atribuírsele al trabajo de Jhon G. Bene, Beall y Cote (1997) que figura por vez primera el termino agroforestería, para denotar un conjunto de prácticas tradicionales y otras novedosas que, por su carácter productivo y de conservación, identificaron de gran potencial en la conservación de tierras tropicales (Ospina, Aproximación a la definición de agroforesteria y al concepto de agroforesteria ecológica, 2008, págs. 7,10)

La agroforestería ha sido definida múltiples veces por diferentes autores a través de los años sin mayores alteraciones, en la construcción de su definición como lo manifiesta (Ospina, Aproximación a la definición de agroforesteria y al concepto de agroforesteria ecológica, 2008) muchos autores emplearon los términos agroforestería y sistemas agroforestales de manera indistinta sin considerar que el termino agroforestería actúa como sustantivo y sistema agroforestal como calificativo por esto encontramos comúnmente referirse al uso de la tierra y no como el área del conocimiento. a continuación; se exponen algunos conceptos

“La agroforestería es el conjunto de técnicas de manejo de tierras, que implican la combinación de los árboles forestales, ya sea con la ganadería, o con los cultivos (Combe y Budowski, 1979) citado por” (Jiménez & Vargas, 1998, pág. 3)

Sistemas de uso de la tierra donde especies leñosas perennes son usadas y manejadas deliberadamente junto con cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal. En los sistemas agroforestales hay interacciones ecológicas y económicas entre los diferentes componentes (Lundgren y Raintree, 1982) citado por (Jimenez, 1999, pág. 2)

La agroforestería es el nombre genérico utilizado para describir un sistema de uso de la tierra antiguo y ampliamente practicado, en el que los árboles se combinan espacial y/o temporalmente con animales y/o cultivos agrícolas, esta combina elementos de agricultura con elementos de forestería en sistemas de producción sustentables en la misma unidad de tierra. (Farrell & Altieri, 1997, pág. 22)

La agroforestería es una forma de uso de la tierra que satisface cinco requisitos,: 1) es una forma de cultivo múltiple, 1) al menos uno de los componentes es una leñosa perenne , 3) los componentes interactúan biológica y/o económicamente 4) los componentes se presentan en arreglos espaciales y temporales y 5) permite una producción diversificada (Jiménez & Vargas, 1998, pág. 5)

“Agroforestería es una forma de cultivo múltiple en la que se cumple tres condiciones fundamentales, existe al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, al menos uno de los componentes es una leñosa perenne y al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo pastos).” (Somarriba, 1990) citado por (Jimenez, 1999, pág. 13)

Para el 2001 Somarriba ya habla de “cinco condiciones 1) cultivo múltiple 2) con al menos dos especies 3) al menos una especie leñosa perenne 4) las especies interactúan biológicamente 5) al menos dos especies manejadas.” (Somarriba, 2001) citado por (Mendieta & Rocha, 2007, pág. 24)

La Agroforestería se conciben como formas tradicionales de gestión del territorio que llevan miles de años funcionando y en la actualidad llaman la atención por permitir la mejora de la producción por unidad de superficie, al mismo tiempo que fomentan la biodiversidad y la estabilidad de los sistemas frente al cambio climático. Estos sistemas integran prácticas en las que se combina un componente leñoso (árbol o arbusto) con uno agrícola (Mosquera, Moreno, Santiago, & Ferreiro, Sistemas agroforestales y PAC, 2015, pág. 110)

la agroforestería lejos de ser una actividad nueva corresponde como la mayoría de conceptos que la describen como una práctica tradicional

La agroforestería es el nombre genérico utilizado para describir un sistema de uso de la tierra antiguo y ampliamente practicado, en el que los árboles se combinan espacial y/o temporalmente con animales y/o cultivos agrícolas. Esta combina elementos de agricultura con elementos de forestería en sistemas de producción sustentables en la misma unidad de tierra. (Farrell & Altieri, 1997, pág. 229)

“La Agroforestería se conciben como formas tradicionales de gestión del territorio que llevan miles de años funcionando y en la actualidad llaman la atención por permitir la mejora de la producción por unidad de superficie, al mismo tiempo que fomentan la biodiversidad y la estabilidad de los sistemas frente al cambio climático. Estos sistemas integran prácticas en las que se combina un componente leñoso (árbol o arbusto) con uno agrícola”. (Mosquera, Moreno, Santiago, & Ferreiro, Sistemas agroforestales y PAC, 2015, pág. 110)

Otro aporte a la definición de agroforestería se realiza por (Ospina, Aproximación a la definición de agroforestería y al concepto de agroforestería ecológica, 2008) con tres definiciones que expresan lo mismo:

-Agroforestería es la disciplina y modalidad de uso productivo de la tierra, donde se presenta interacción espacial y/o temporal de especies vegetales leñosas y no leñosas, o especies vegetales leñosas, no leñosas y animales

-La agroforestería es la disciplina y practica de los sistemas agroforestales. Los sistemas agroforestales son un conjunto de asociaciones productivas donde interactúan, espacio y/o temporalmente, especies vegetales leñosas y no leñosas, o especies vegetales leñosas, no leñosas y animales

-La agroforestería es una disciplina y tipo de agricultura donde se presenta interacción espacial y/o temporal de especies vegetales leñosas y no leñosas, o especies vegetales leñosas, no leñosas y animales

Con respecto a lo anterior se puede evidenciar que aun como tal no existe una definición universal de la Agroforestería y que aún se sigue estructurando su concepto, pero se evidencia un patrón de componentes que deben estar involucrados y que interaccionan entre sí, en un intento de definirla y con estos últimos tres conceptos suministrados por Ospina (2008) se infiere que la Agroforestería es la disciplina y modalidad de uso productivo de la tierra donde sus componentes son las leñosas perennes asociadas a otros cultivos y/o animales en una misma unidad de tierra generando entre si interacciones biológicas positivas (comensalismo, cooperación y mutualismo), ecológicas, económicas y sociales que permitan que el sistema sea resiliente, sostenible y sustentable, la asociación, el arreglo espacial y relevancia que se le den a los componente da como resultado la práctica de los sistemas agroforestales.

Es hasta los años 1960-1980 con la necesidad del incremento de producción para suplir las necesidades alimentarias de una población creciente que surge a través de la revolución verde la implementación de sistemas de producción intensivos como lo son los monocultivos, y otras actividades agrícolas y pecuarias que fomentaron el desplazamiento del árbol del paisaje agrícola, de este modo la agroforestería paso a ser una práctica que resultaba poco atractiva económicamente para los agricultores, situación que actualmente ha cambiado y se resalta la capacidad de estos sistemas de producción de obtener varios productos de una misma unidad de tierra generando una económica menos fluctuante en el sector rural y conservando o restableciendo el papel del árbol dentro de los ecosistemas donde se cumplen diversos servicios ambientales que permiten mitigar el impacto que se ha generado por la sobreexplotación de recursos naturales y el uso indiscriminado de herbicidas y plaguicidas, así se concuerda con ICRAF, 2000 (Sotomayor & Barros, 2016, pág. 12) expresa “Los sistemas agroforestales cumplen los servicios socioeconómicos, ecológicos y ambientales por el rol fundamental que cumple el árbol, puesto que es el principal componente multipropósito del sistema.” a pesar del auge que actualmente la agroforestería ha ganado los sistemas de la agricultura moderna aún siguen siendo prácticas de mayor acogida.

los últimos años en algunos o muchos casos, en especial la agroforestería ecológica, se practica aun de manera margina, por parte de culturas más refractarias, pues existen regiones donde de manera casi exclusiva se practica la agricultura moderna (de revolución verde) (por ejemplo, el valle geográfico del rio cauca, Colombia y la región Costa de Perú). (Ospina, Aproximación a la caracterización agroforestal: síntesis de una propuesta metodológica, 2008, pág. 3)

El Árbol y su función en los Sistemas Agroforestales

El rol fundamental del árbol para el cumplimiento de los objetivos de los sistemas agroforestales es innegable más sin embargo es importante contar con una buena selección de especies a implementar puesto que si se realiza esta labor exhaustivamente se asegura el objetivo de obtenerse múltiples bienes como madera, forraje, frutos, componentes medicinales, aceites esenciales entre otros, además de ser los encargados de mejorar las características físicoquímicas del suelo y su conservación conjuntamente se realzan los servicios ambientales como la captura de carbono, protección de fuentes hídricas, corredores biológicos, entre otros; al no realizar una buena selección de especies se pueden generar efectos negativos o no generar los resultados esperados dentro del sistema de producción agropecuario.

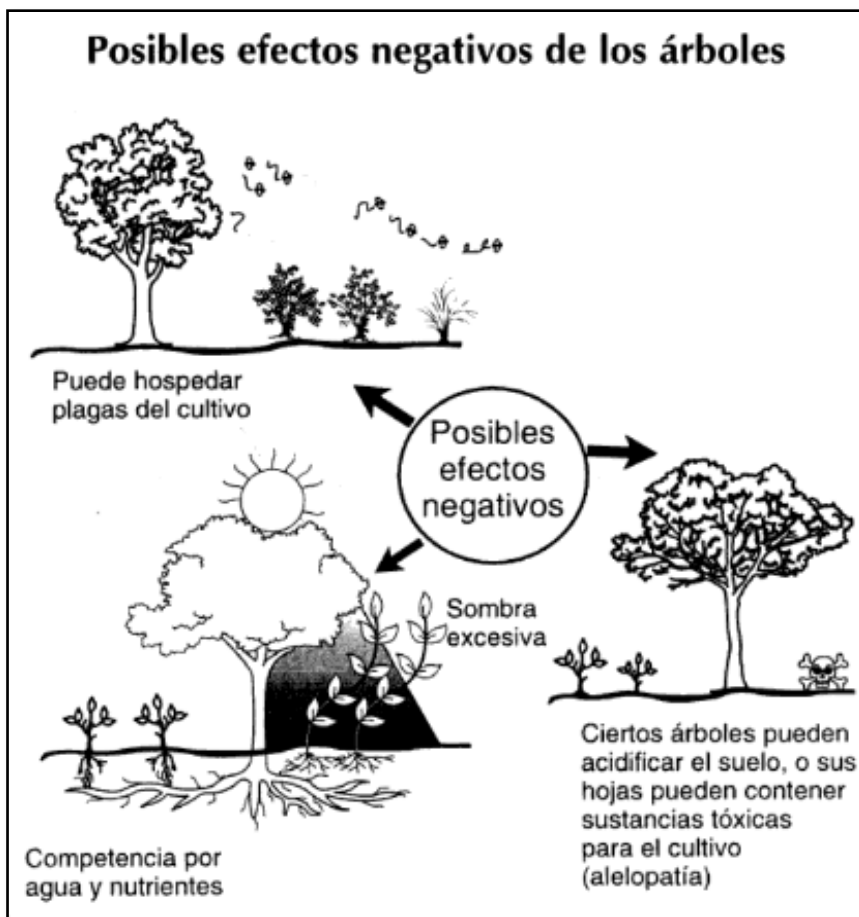


Ilustración 4. Posibles efectos negativos de los árboles (Köpsell E., 2001, pág) Modificado de Geilfus, 1994. El árbol al servicio del Agricultor. manual de Agroforesteria para el desarrollo Rural. Turrialba, Costa Rica: ENDA CARIBE/CATIE

¿Los Sistemas Agroforestales Son Sistemas Sostenibles De Producción?

Los sistemas agroforestales generalmente son considerados sistemas de producción sostenible, y muchos autores los definen como tal y considerando el objetivo de los mismos sistemas agroforestales la sostenibilidad debería ser tomada como condición para cumplir con el concepto de sistema agroforestal puesto que no toda asociación es sostenible, para lo cual se debe siempre analizar la capacidad de sostenibilidad del sistemas de producción que se quiera establecer; para efecto de esto “el método más comúnmente practicado es medir las diferencias ente

salidas/entradas flujo entre la situación del “con” y “sin”; un segundo método para estimar los beneficios de la sostenibilidad es determinar el costo requerido para prevenir el deterioro del sistema” (Hoekstra, Economics in agroforestry, 1985, pág. 37) de tal modo que el sistema de producción que asocie una leñosa perenne con un cultivo agrícola y/o animales que cumpla con los estándares de sostenibilidad es el que se puede considerar sistema agroforestal.

Síntesis de la Clasificación de los sistemas Agroforestales

Con respecto a la clasificación de los sistemas agroforestales (Nair P. , 1985) expone cuatro criterios para realizarla acorde a su estructura, función, escala económica y nivel de manejo y ecología; actualmente la más difundida es la estructural donde los sistemas son agrupados como agrosilvicultural (cultivos, incluyendo arboles/arbustos (cultivos arbustivos y árboles), silvopastoril (pasturas/animales y árboles) y agrosilvopastoril (cultivos y pasturas/animales y árboles). Con respecto a lo anterior una forma de unificar la clasificación acorde con lo ya expuesto por Nair, 1985 es considerar a la clasificación estructural como una clasificación general y la función, escala económica y nivel de manejo y ecología, como características que puede adoptar cada sistema.

Tabla 7 Clasificación de los Sistemas Agroforestales

Clasificación de los sistemas agroforestales	
	Función
	Productiva, protector
	Escala económica y nivel de manejo
	Comercial, intermedio, subsistencia
	Ecológico
	Agrupados por zona agroecológica
	Trópicos húmedos de tierras bajas, trópico árido y semiárido, trópico alto, etc.
-Agrosilvicultural	Características
-Silvopastoril	
-Agrosilvopastoril	

Reestructuración de la clasificación de Sistemas Agroforestales (fuente propia)

El sistema Agrosilvicultural

Es la combinación de los sistemas tradicionales de producción agrícola y ganadera con el forestal; practicados en la misma unidad de tierra, alternada o simultáneamente, con el fin de proveer estabilidad ecológica y beneficios sostenibles a los productores (INIFAP, 2003) citado en (CONAFOR, 2012)

De este modo se define este tipo de sistemas más sin embargo discrepando con el autor a utilizar como componente animal el calificativo de ganadería puesto que en cierto modo puede generar confusiones al lector con respecto al limitar el sistema a la especie bovina.

Los sistemas agroforestales no siendo el sistema agrosilvicultural la excepción son estrategias de interacción en donde al presentar diversidad de componentes también ofrece diversidad de productos, lo que permite que exista más dinamismo en una misma unidad de tierra no solo limitándose a los económicos sino también ambientales que son los que actualmente están

recibiendo mayor atención, siempre “en base a la adaptabilidad del sistema a las condiciones generales de entorno ecológico, económico y sociocultura como lo expresaba en su momento” (Bassols, 1992)

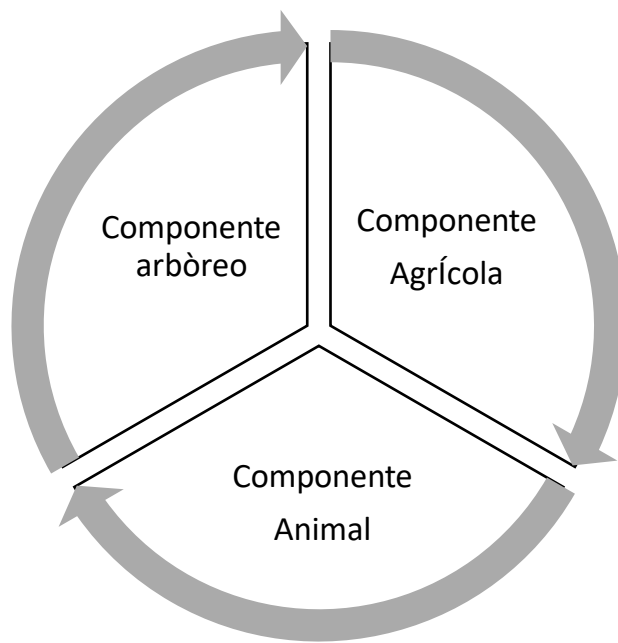


Ilustración 5. Componentes del sistema Agrosilvicultural (Fuente propia)

Los sistemas Silvopastoriles

Son actualmente un sistema de producción que apuesta por convertir a la ganadería bovina es una producción pecuaria que genere menos impacto ambiental más sin embargo esto no significa que se limite solamente a esta especie pecuaria, los componentes de este sistema son el arbóreo, herbáceo y pecuario. El éxito de los sistemas silvopastoriles depende en gran medida de las especies a implementar puesto que deben ser especies que ayuden a restaurar el suelo degradado precisamente por la misma ganadería bovina, en especial especies que sean endémica y que presenten servicios como forraje, frutos o maderables, es decir especie multipropósito.

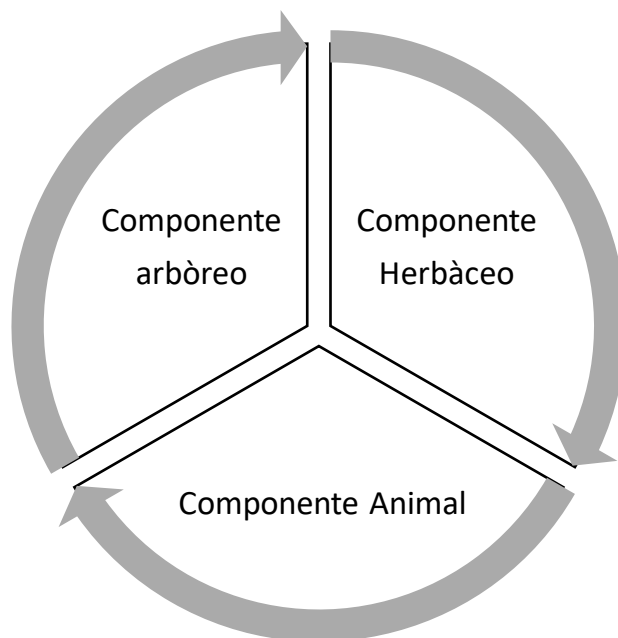


Ilustración 6. Componentes del sistema silvopastoril (Fuente Propia)

Los sistemas agrosilvopastoriles

A comparación de los otros sistemas agroforestales son los que más componentes manejan por lo cual se concuerda con la definición de que son sistemas complejos como se plantea a continuación

Son sistemas complejos, que integran pastos, cultivos forrajeros, cultivos varios, animales entre otros recursos, incluyendo la forestería y la agricultura; la integración puede ser dentro del recurso (por ejemplo, pasto asociado con árboles), dentro de la finca (ganado que pastorea rastrojos de cereales y en el bosque), o dentro de un territorio extenso (ejemplos asociados al nomadismo y la trashumancia) Pardini (2007) citado por (Iglesias, Funes-Monzote, F, Simón, & Milera, 2011, pág. 242)

Con respecto a lo anterior, cabe recalcar que los sistemas agroforestales en general están diseñados para sean implementados en extensiones de tierra limitadas, para lo cual no se busca

fomentar que exista una mayor ampliación de la frontera agropecuaria que genere más disturbios en los ecosistemas naturales, sino que en el terreno ya dispuesto para ello se genere una conexión entre los ecosistemas naturales y los sistemas agroforestales. “Los sistemas Agrosilvopastoriles han sido ampliamente utilizados en África, Asia y América.” (Prager Mosquera, 2018)

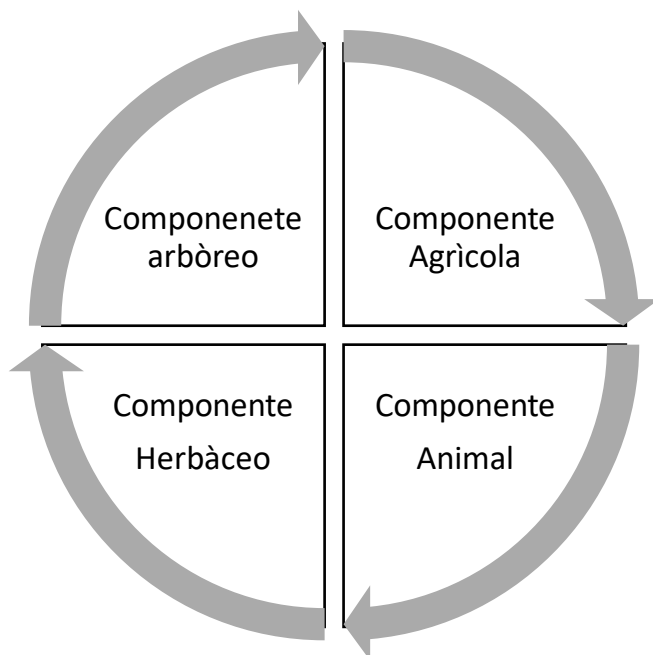


Ilustración 7. Componentes del sistema agrosilvopastoril (Fuente propia)

En este sentido se puede observar en general que los sistemas agroforestales al poseer diferentes componentes los cuales deben interaccionar de manera positiva para generar un sinergismo que tiene como finalidad aumentar la eficiencia de un sistema productivo de forma sostenible, pero que además deben ser resiliente lo cual se logra a través de una buena selección de los componentes en especial amputando a especie que sean endémicas de la región las cuales ya presentan en las condiciones agroclimáticas un buen desempeño productivo y son parte de la biodiversidad natural de los ecosistemas.

Capítulo IV

La Agroforestería en Colombia

Colombia es un país al cual su ubicación geográfica le brinda una gran variedad de climas, es cruzado por la línea del ecuador lo cual implica que no existan estaciones además de ser un país con mega biodiversidad, es precisamente estas cualidades las que permiten que durante todo el año se pueda obtener gran variedad de productos agropecuarios, de este modo la agroforestería resulta ser una práctica que se puede desarrollar de manera exponencial gracias a la diversidad de especies arbóreas y arbustivas que se pueden encontrar en el país convirtiéndose en una oportunidad de desarrollo agropecuario, de este modo mejorando la calidad de vida en el sector rural bajo este tipo de producción sostenible y sustentable.

El congreso de Colombia bajo Decreto 1071 Del 26 De Mayo Del 2015 bajo su respectiva modificación expuesta en el Decreto 2398 Del 27 De Diciembre Del 2019 define los sistemas agroforestales como una “forma de producción que combina en el terreno especies forestales con especies agrícolas y/o áreas de producción ganadera, con una distribución espacio-temporal de los árboles en el sistema productivo que indica claramente su introducción como componente forestal” (Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural, 2015)

Colombia en cuestión de normatividad de los sistemas agroforestales se maneja bajo los lineamientos de los sistemas forestales puesto que la presencia del componente arbóreo implementado en este sentido se clasifica como arboles fuera del bosque (AFB)

Los árboles fuera del bosque (AFB) son aquellos árboles a los cuales el hombre en un determinado momento los considera con potencial de brindarle servicios como madera, leña, alimento, forraje, entre otros, y por lo tanto los ha establecido en sus parcelas en este grupo también se incluyen especies foráneas; además de establecerse en áreas inferiores a las 1.000 hectáreas ya sean naturales, plantados o naturalizados (FAO, 2012)

Es importante recalcar que al implementar árboles multipropósito el sistema agroforestal cobra más fuerza puesto que hace que el sistema sea más sostenible en especial en el caso de los pequeños productores donde no se disponen de grandes extensiones de tierra, puesto que son este tipo de “plantas perennes leñosas que no solo incluyen árboles y arbusto sino también palmas, pastos leñosos como la Guadua y algunos bejucos como el “ataja danta” (*Desmocus sp*) Wood & Burley (1995) Citado en (FAO, 2012, pág. 16) lo que genera diversos productos y subproductos que dinamizan a economía del productor.

Mundialmente para el 2008 la extensión de cultivos bajo sistemas agroforestales es de 22.183.204 km², de los cuales el 14,4 % se ubica en Sur América, seguida por Estados Unidos con un 10,6 % de su área destinada para cultivos en callejones, silvopasturas, barreras cortavientos y cercas vivas; el África subsahariana con un 8.6%, finalmente el sudeste asiático con una cobertura de 5.9% y en último lugar Europa con el 2.9% del total. (DANE, 2012, pág. 3) En Colombia para en el tercer censo agropecuario nacional se registran cerca de 584,802 Ha de sistemas en asocio donde se incluyen a los sistemas agroforestales (DANE, 2014)

Para el 2018 El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) registra un total de 16.000 plantaciones forestales con fines comerciales lo que se traduce a unas 400.000 hectáreas plantadas, con una aptitud forestal según la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) de 24.805.854 hectáreas realizándose para el primer semestre de este año la expedición de 235

registro de cultivos forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales, lo cuales están representados en 15.117 nuevas hectáreas de plantaciones en el país. (ICA, 2018)

Actualmente Aunque los sistemas agroforestales se han convertido en foco de atención por sus múltiples ventajas el estatus de estos en el país fue expuesto en una revisión del Centro Mundial de Agroforestería y al Centro para la Investigación y la Educación superior en Agronomía Tropical (CATIE) en el 2011 como prácticas que a pesar de estar presentes en el sector agropecuario especialmente en cultivos de café, cacao y caucho hace décadas aún se sigue practicando desde un enfoque empírico, a través de ensayo y error sumado a esto se evidencia que no se realiza un diagnóstico previo de las situaciones a las que va estar condicionado tanto su establecimiento como la comercialización de los productos obtenidos (factores sociales, económicos, ambientales y culturales), por lo cual es imperiosos que en el país empiecen a gestionar planes de desarrollo eficaz sobre los sistemas agroforestales basado en investigación tanto de entidades nacionales como internacionales generando soporte técnico para lograr generar estrategias con impactos positivos en el sector socioeconómico y ambiental traducido en desarrollo rural sostenible preservando los recursos (DANE, 2012)

Como ya se había mencionado los sistemas agroforestales se encuentran especialmente en cultivos de café, cacao y caucho, en este sentido a continuación se exponen las áreas cultivadas en relación con los sistemas agroforestales en Colombia

Colombia es un país donde la caficultura ocupa un lugar importante en el sector agropecuario y en la cultura del ser colombiano, para el “año 2014 se reportan 902.424 Ha de café a nivel nacional” (DANE, 2014) y “alrededor de 308.000 Ha se encuentran en sistemas agroforestales” (Profesor Yarumo, 2020)

De acuerdo a la investigación de Cenicafé, se considera que un sistema agroforestal de café está bajo sombra cuando la interceptación está por encima del 45%, lo que se puede encontrar cuando se tiene más de 50 árboles de sombrío por hectárea, Para el sistema agroforestal semisombra es cuando la interceptación está entre el 25% al 45% y tiene de 20 a 50 árboles de sombrío por hectárea. (Profesor Yarumo, 2020)

En cuanto al cacao en Colombia se cultiva bajo sistemas agroforestales en los cuales se imitan las condiciones naturales en las que se originó esta especie de bosque húmedo tropical amazónico, en este tipo de sistema agroforestal las especies acompañantes del cacao cumplen una doble función; de un lado proporcionan un sombrío moderado al cacao que le permita desarrollarse adecuadamente, y de otro, generan ingresos a corto y largo plazo para el agricultor (FEDECACAO, 2020)

El área sembrada con cacao en Colombia hasta el 2013 no se conocía con exactitud, ya que desde el año 1998 no se ha actualizado el Censo Nacional Cacaotero, las estimaciones realizadas con base en lo reportado por las unidades técnicas de Fedecacao indican que el área se ha venido incrementando y se calcula que para el año 2013 la misma es de 151.144 hectáreas (Landaeta, 2016, pág. 47) siguiendo con una tendencia al incremento se reporta en el censo nacional agropecuario que para el 2014 existen 199.549 Ha (DANE, 2014)

“Eduard Baquero López, presidente ejecutivo de Fedecacao menciona que los principales productores son Santander (41%), Antioquia (8%), Arauca, Huila y Tolima (7%)” (López, 2019)

Por otra parte, “los cultivos de caucho de acuerdo con el último censo realizado por el sector y que maneja la Confederación Cauchera, existen a 2015 cerca de 53.223 hectáreas de caucho natural en todo el país, regadas en 17 departamentos.” (Simmonds, 2018) cifra que muestra un

aumento en el establecimiento de caucho ya que para el 2014 se registraban 42.108Ha (DANE, 2014)

Este tipo de cultivo permite ser desarrollado mediante sistemas agroforestales al respecto, es importante tener en cuenta que el 90% del caucho que se produce a nivel mundial proviene de plantaciones familiares (usualmente de menos de 5 ha), que se caracterizan en el uso de sistemas agroforestales por parte de los productores, en los cuales se asocia el caucho con otras especies vegetales en un mosaico agroforestal que al aumentar la agrobiodiversidad, dentro de muchos otros servicios ecosistémicos, promueve la captura de carbono y favorece el ciclo y balance de nutrientes del suelo (Finkeros, 2012)

En el cultivo de Caucho la implementación de sistemas agroforestales, asociado a cultivos de ciclo corto, semipermanente y/ permanentes en la generación de empleo se ve favorablemente representado al obtener incremento en jornales directos e indirectos (Mejía, 2010, pág. 70)

Con los anteriores datos se muestra que los sistemas agroforestales han ganado importantes espacios como sistemas de producción sostenibles acoplándose a cultivos relevantes en la producción agrícola de Colombia más sin embargo no se encuentra una cifra unificada oficial de las hectáreas establecidas de sistemas agroforestales más sin embargo Colombia cuenta con el mapa de vocación agrícola desarrollado por la UPRA.

En UPRA se establece que en Colombia existen 26.5 millones de hectáreas con vocación para el sector agropecuario, de las cuales 11 millones son aptas para actividades agrícolas; 6 millones para ganadería; 4 millones para el sector agroforestal, 3 millones para forestal y 2 millones para cuerpos de agua. (MinAgricultura, 2015)

Sin embargo, solo 5 millones de hectáreas se utilizan para agricultura y más de 34 millones de hectáreas se utilizan para ganadería, lo que muestra el conflicto en el uso del suelo el cual se presenta cuando la utilización actual no corresponde con la oferta ambiental, se reporta que actualmente un 15% de los suelos del país están sobre utilizados y un 13% subutilizados (IGAC, 2012) Citado en (SIAC)

Con respecto a lo anterior al abarcar la ganadería gran extensión de uso de suelo es importante destacar a los sistemas silvopastoriles lo cuales son sistemas agroforestales que incluyen este tipo de producción pecuaria como uno de sus componentes.

Los sistemas de producción ganadera en Colombia son principalmente de tipo extensivo ya sean producción carne, leche o doble propósito; lo que implica cargas ganaderas bajas en grandes extensiones de tierra con escasas o nula presencia de componente arbóreo y/o arbustivo, estas características hacen que sean sistemas que necesitan diversidad de entradas, pero generan salidas limitadas traduciendo en poca eficiencia productiva en contraposición los sistemas silvopastoriles brindan un abanico de posibilidades siempre en busca de minimizar las entradas al sistemas pero potencializar la cantidad y calidad de salidas es decir potencializar la productividad del sistema a través de asociaciones que permiten generar mayor cantidad y calidad de forraje in situ, la presencia del componente arbóreo/arbustivo ayuda a mejorar calidad del suelo por la presencia de raíces y materia biodegradable que permite mayor retención de agua, carbono y a generar bienestar animal por todo lo anterior son sistemas de producción eficientes (Reyes, 2015)

Concordando con lo anterior (Murgueitio, Brahona, Flores, Orozco, & Rivera, 2016) expone que los sistemas silvopastoriles son capaces de elevar la producción pecuaria hasta cuatro veces más que los sistemas tradicionales y minimizar los costos de producción.

Adicional a esto los árboles generan microclimas favorables para el ganado al disminuir la temperatura entre 6-14 grados ya que de este modo se controla con efectividad el estrés calórico permitiendo que el animal realice sus actividades fisiológicas eficientemente traduciéndose en ganancia de peso y leche por hectárea (Murgueitio, y otros, 2013)

“Alrededor de 32 000 hectáreas se han convertido a sistemas silvopastoriles, aumentando los ingresos en hasta USD 523 por hectárea al año y elevando la productividad de la leche en 36,2 % como promedio.” (Grupo Banco Mundial, 2019)

Estudios en sistemas de doble propósito y lechería tropical en Colombia coinciden en demostrar la rentabilidad de los SSPi y dejan claro que los períodos necesarios para liberar la inversión están entre 3 y 4 años según la línea de base y el tamaño del predio (Reyes, 2015) citado en (Murgueitio, Brahona, Flores, Orozco, & Rivera, 2016, pág. 25)

Los estudios financieros de engorde de ganado en el Caribe seco de Colombia muestran las ventajas del SSPi frente al pastoreo rotacional sin fertilizantes. Indicadores financieros como el ingreso bruto/Ha, la utilidad/Ha/año y la tasa interna de retorno son mayores para SSPi, ya que son sistemas muy rentables al permitir ingresos brutos de US \$2,935Ha/año solo con pastos y arbustos y de US \$3,839Ha/año cuando se incluye el negocio forestal (madera de eucalipto) en la misma área (Murgueitio, Brahona, Flores, Orozco, & Rivera, 2016, pág. 26)

Además de brindar económicamente rentabilidad los sistemas agroforestales son practicas promovidas por sus bienes y servicios ecosistémicos.

(Mantillo, Suárez, Andrade, & Segura, 2018) estimaron la fijación de carbono en biomasa total (arriba y abajo del suelo) en dos de los principales usos del suelo del Centro Universitario Regional del Norte (CURDN) de la Universidad del Tolima, Armero-Guayabal, Tolima, Colombia: plantaciones de teca (*Tectona grandis*), nogal cafetero (*Cordia alliodora*), melina (*Gmelina arborea*), caucho (*Hevea brasiliensis*), guadua (*Guadua angustifolia*), mango (*Mangifera indica*) e iguá (*Pseudosamanea guachapele*) y sistemas agroforestales (SAF) de cacao con árboles maderables de sombrío, tal como *Cupania cinerea* Poepp, *Guarea guidonia* y *Guazuma ulmifolia*. Donde concluyen que las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales capturan grandes cantidades de C atmosférico: 18,6 a 64,4 y 85,9 Mg C ha⁻¹, respectivamente. Estos valores muestran su importancia en la mitigación del cambio climático. La plantación de *H. brasiliensis* es la de mayor almacenamiento seguida de la *G. arborea* y *T. grandis*. La biomasa abajo del suelo captura el 17% del carbono almacenado en la biomasa total. La importancia de estos sistemas de uso del suelo radica en que además de mitigar el cambio climático generan productos u otros servicios que apoyan el bienestar de los productores y sus familias. La tasa de fijación de carbono promedio fue de 1,4 y 4,9 Mg C ha⁻¹ año⁻¹, para las nueve plantaciones y los SAF, respectivamente, los resultados demuestran la importancia de estos sistemas como mitigadores del cambio climático.

Los Sistemas agroforestales son una estrategia que puede ayudar a recuperar estos suelos sobre utilizados principalmente respaldado por el Protocolo de Kioto, al ajustarse al desarrollo limpio; puesto que son sistemas de producción sostenibles donde el manejo de los recursos naturales se hace de forma racional y buscando una simbiosis entre los componentes del sistema para permitir que exista conservación y aprovechamiento de estos, en especial de la unidad de tierra por ende las características fisicoquímicas y biológicas del suelos al minimizar en lo posible el uso de

agroquímicos en especial los herbicidas y plaguicidas dando como resultado también a una reducción de gases antropogénicos, protegiendo los bosques; disminuyendo la expansión de la frontera agropecuaria por lo cual se minimiza la fragmentación del hábitat (Azabache, 2012)

Al ser el árbol el componente principal de los Sistemas Agroforestales es importante saber de las especies de árboles fuera del bosque presente en Colombia por regiones naturales (Tabla 8, 9, 10, 11 y 12) (FAO, 2012)

Tabla 8 *Litoral Caribe y Orinoquia*

Nombre común	Genero	Especie
Algarrobo	Hymenea	courbaril
Balso	Ochroma	pyramidale
Caimo	Poutoria	sp.
Camajon	Sterculia	apetala
Camajon	Sterculia	apetala
Campano	Pithecellobium	saman
Campano	Pithecellobium	saman
Caracoli- madre de agua	Anacardium	excelsum
Cedro	Cedrella	odorata
Champe	Eugenia	sp.
Cumare	Astrocaruym	chambira
Ebano	Caesalpinia	ebano
Guacamayo	Albizzia	guacamayo
Guacamayo	Albizzia	riparia
Gualanday	Jacaranda	caucana
Guarumo ovo	Pourouma	cecropiaefolia
Jobo	Spondias	mombin
Jobo	Spondias	mombin

Orejero	Enterolobium	cyclocarpum
Roble rosado	Tabebuia	chrisantha
Volador	Gyrocarpus	americanus
Yarumo	Cecropia	petata
Yopo	Albizzia	sp.
	Schefflera	morototonii

Fuente 7 (FAO, 2012)

Tabla 9 *Región Andina*

Nombre Común	Genero	Especie
Cafeto	Trichantera	gigantea
Cámbulo	Erythrina	poepighiana
Chachafruto	Erythrina	edulis
Carbonero	Calliandra	pittierii
Nogal	Juglands	neotropica
Naranja	Ruta	graveolens
Lechoso	Sapium	sp
	Euphorbia	cotinifolia
Ceiba	Ceiba	pentandra
Jagua	Genipa	americana
Higuerón	Ficus	americana
Roble	Quecus	humboldtii
Balso	Ochroma	pyramidale
Sauce	Salix	humboldtii
Guamo	Inga	edulis

Fuente 8 (FAO, 2012)

Tabla 10 *Litoral Pacífico, listado especies Forero & Gentry*

Nombre Común	Genero	Especies
Algodoncillo	Cochlospermum	vitifolium
Almendro	Diperis	oleífera
Amendro	Terminalia	catapa
Bajagua	Senna	reticulata
Balsillo	Luehea	seemanii
Balsillo	Trichospermum	galeotii
Balso	Ochroma	pyramidale
Borojo	Borojoa	patinoi
Cacao	Theobroma	cacao
Calabazo	Crescentia	cujete
Cautivo	Prioria	copaifera
Cedro cebollo	Cedrela	odorata
Ceiba	Ceiba	pentandra
Guadua	Guadua	angustifolia
Guayabillo	Bellucia	axinantha
Mataraton	Gliricidia	sepium
Paco	Cespedezia	spathulata
Puntelanza	Vismia	baccifera
Roble rosado	Tabebuia	rosea
Surrumbo	Trema	micrantha
	Gustavia	superba

Fuente 9 (FAO, 2012)

Tabla 11 *La Amazonia Listado De Especie Tomado De ACERO 1979*

Nombre Común	Especie	Genero
Aceituno dulce	Zyzygium	cumini
Achote	Bixa	orellana
Apacharama	Licania	macrocarpa
Caimo	Pouteria	caimito
Gualanday	Jacaranda	copaia
Guanabano	Annona	montana
Humari yuri	Poraqueiba	serícea
Kopoazu	Theobroma	grandiflora
Madroño	Garcinia	spp.
Makambo	Theobroma	speciosum
Mani iracana	Caryodendron	orinocense
Milpe pataba seje	Jessenia	bataua
Palillo	Campomanesia	lineatifolia
Pubo	Ambelania	acida
Pupuña yaun oma chontadura	Bactris	gasipaes
Siringa	Hevea	guianensis
Tacarique guayabo de pava	Bellucia	grossularioides
Uvilla uvo de monte	Pourouma	cecropiaefolia
Zapote	Matisia	cordata

Fuente 10 (FAO, 2012)

Tabla 12 *Palmas promisorias del Departamento de Antioquia Tomado de Galeano & Bernal (1987)*

Nombre Común	Genero	Especies
Barrigona negra	Iriartea	ventricosa
Chontaduro	Bactris	gasipaes
Chorocho corozo chiquito	Aiphanes	caryotifolia
Cocotero	Cocos	nucifera
Corozo, chonta	Acrocomia	antioquiensis
Corozo, noli	Elaeis	oleífera
Guerregue	Astrocaryum	standleyanum
Maquenque	Oenocarpus	mapora
Meme	Wettinia	quinaria
Mil pesos	Jessenia	bataua
Murrapo	Euterpe	cuatrecasana
Palma amarga	Sabal	mauritiiformis
Palma de vino	Scheelea	excelsa
Palmito real	Ceroxylon	flexuosum
Tagua	Phytelephas	pittieri

Fuente 11 (FAO, 2012)

Conclusiones

- La definición de Agroforestería y Sistemas agroforestales se encuentra aún poco delimitada es por ello que se encuentran diversos autores tanto emblemáticos como actuales exponiendo sus definiciones por lo cual se genera confusión al lector encontrando estos términos con definiciones prácticamente iguales y es por la misma relación íntima que poseen.

-La Agroforestería es la implementación de sistemas de producción donde se asocian componentes como el arbóreo, herbáceo, cultivo agrícola y/o animal en un mismo terreno los sistemas agroforestales son la forma en que se puede realizar los asociados de estos componentes potencializando el uso de la tierra generando sistemas de producción sostenibles y sustentables ya aquí es donde se habla de tipos o clase de sistemas agroforestales

- Una característica esencial de los Sistemas Agroforestales es la sostenibilidad lo que implica que el sistema agroforestal a limitado las entradas externas, existe diversidad de salidas y su principal objetivo es garantizar el uso de los recursos naturales de una manera responsable pensando en las generaciones venideras.

-Los sistemas agroforestales son sistemas de producción que se establecen como una opción a implementar en el territorio nacional para el beneficio de la comunidad rural y el medio ambiente, estos sistemas permiten un mejor desarrollo socioeconómico sujetado a múltiples servicios ambientales haciendo que el sistema productivo sea sostenible y sustentable, además de que puede ayudar a mitigar el conflicto del uso del suelo que existe en Colombia.

-Colombia y sus características medioambientales permiten que gran diversidad de especie lo que permite diversificación de los sistemas agroforestales más sin embargo existen especies que

predominan en este tipo de sistemas para tal caso está el café, cacao y caucho, por lo tanto, en los estudios de sistemas agroforestales del país se observa comúnmente que se realizan bajo estas especies.

- En Colombia más de 34 millones de hectáreas se utilizan para ganadería y solo 5 en agricultura, por lo cual los Sistemas Agroforestales cobran especial relevancia ya que a través de estos esos 34 millones de hectáreas se pueden convertir en sistemas de producción sostenibles además de que se ha demostrado que en su implementación existe mayor productividad que en los sistemas convencionales

Bibliografía

- Alianza MéxicoREDD+. (S.f). *Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca*. Oaxaca de Juárez: USAID, The Nature Conservancy, Rainforest Alliance, Woods Whole, Reserarch Center, Espacios Naturales .
- Azabache, L. (2012). *Proyecto de factibilidad para la producción de caucho natural (hevea brasiliensis) en el municipio de Carreño Vichada*. Bogota, Colombia: Universidad de la Salle.
- Bassols, N. (1992). La agrosilvicultura: una estrategia campesina de sobrevivencia. *ciencias*, 53-58.
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J. M., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 10(37), 80-87.
- Beer, J., Lucas, C., & Gerald, K. (1994). Reforestación con sistemas agrosilviculturales permanentes vrs plantaciones puras. *Agroforesteria en las Americas*, 21-25.
- Calles, A., Galicia, V., Casa, A., Toledo, V., Ramos, M., Fita, D., & Guerrero, A. (2015). La Etnoagroforestería: el estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*, 12(3), 1-16.

- Campanhola, C., & Pandey, S. (2018). *Sustainable Food and Agriculture: An Integrated Approach*. (S. P. Clayton Campanhola, Ed.) Academic Press.
- Cardenas, F., Cordero, H., Devia, C., Herrera, J., Arenas, H., & Diaz, D. (2000). *Desarrollo sostenible en los Andes de Colombia: Provincias del Norte, Gutiérrez y Valderrama, Boyacá, Colombia*. (F. C. Tamara, Ed.) Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Casanova, ., F., Ramírez, L., Parsons, D., Caamal, D., Piñeriro, A., & Díaz, V. (2016). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22(3), 269-284.
- CONAFOR. (2012). *Estrategia Nacional de Agrosilvicultura*. Jalisco, Zapopan, Mexico: Comision Nacional Forestal.
- Crespo, O. (2018). Sistemas agroforestales con chopo, una oportunidad. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 44(2), 39-48.
- DANE. (2014). *Tercer censo nacional agropecuario*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
- DANE. (2020). *Encuesta de Cultura Política (ECP) Identificación subjetiva de la población campesina 2019*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/ecpolitica/cp_ecp_poblacioncampesina_19.pdf
- DANE, D. A. (2012). *Agroforestería: una opción para la Sustentabilidad Agropecuaria*.

Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural. (26 de Mayo de 2015). Decreto 1071 de 2015. Colombia.

Diaz, M., & Soto, V. (2015). *Diseño del Sistema Agroforestal para la Zona Rural de LA*.

Diéguez, E., Garcia, J. L., Murillo, B., Valdez, R., & Orona, I. (2008). Caracterización agroecosistémica de los esquemas de cultivo. *Explotación Racional y Monitoreo de Ecosistemas*, 8(2), 119-129.

FAO. (1999). *Agroforestería para la producción animal en América Latina*.

FAO. (2012). *Estado de La Información Forestal En Colombia* (Vol. 5). Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la Alimentación.

FAO, O. d. (2017). *Estado mundial de la Agricultura y la Alimentación*.

Farfan, F. (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. Manizales, Caldas, Colombia: CENICAFE.

Farrell, J., & Altieri, M. (1997). Sistemas agroforestales. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. (C. L. Desarrollo, Ed.) *Consortio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo*, 229-243.

FEDECACAO. (24 de Enero de 2020). *El cultivo del cacao y su contribución al medio ambiente*. Obtenido de FEDECACAO: <https://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/1109-el-cultivo-del-cacao-y-su-contribucion-al-medio-ambiente>

Finkeros. (13 de Septiembre de 2012). *El cultivo del caucho*. Obtenido de ABC del Finkero: <http://abc.finkeros.com/el-cultivo-del-caucho/>

- Fonseca, D. M., Salamanca, A., Niño, L., Hoyos, J. L., Otero, I., & Torres, N. (2019). Caracterización nutricional y de producción de biomasa de *Sambucus peruviana*, *Sambucus nigra* y *Morus alba* en un banco forrajero. *Ciencia en Desarrollo*, 10(2), 23-32.
- Graves, A., Burgess, P., Palma, J., Keesmand, K., Werf, W., Dupraz, C., . . . Mayus, M. (2010). *Implementation and calibration of the parameter-sparse Yield-SAFE model to predict production and land equivalent ratio in mixed tree and crop systems under two contrasting production situations in Europe.*
- Grupo Banco Mundial. (8 de Julio de 2019). *Banco Mundial*. Obtenido de Los árboles y las vacas ofrecen un camino para la recuperación en Colombia:
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/07/08/trees-and-cows-offer-path-to-recovery-in-colombia>
- Guiracocha, G., Harvey, C., Somarriba, E., Krauss, U., & Carrillo, E. (2001). Conservación de la biodiversidad en Sistemas Agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 8(30), 7-11.
- Hoekstra, D. (1985). Economics in agroforestry. *Advances in Agroforestry Research* (págs. 36-49). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Hoekstra, D. (1985). Economics in Agroforestry. *Advances in Agroforestry Research* (págs. 36-49). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Holguin, A., Garcia, I., & Mora, J. (2018). *Árboles y arbustos para silvopasturas uso, calidad y alometría.* (U. d. Tolima, Ed.) Ibagué, Colombia.

- Ibrahim, M., & Beer, J. (1998). *Agroforestry Prototypes for Belize* (Vol. 28). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- ICA. (08 de Junio de 2018). *Con el Programa Fitosanitario Forestal, el ICA trabaja por la sanidad y competitividad del sector forestal colombiano*. Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario: <https://www.ica.gov.co/movil/noticias/8578.aspx>
- IDEAM y Conservación Internacional. (2011). *Sistemas agroforestales y Restauración Ecológica como medidas de adaptación al cambio climático en alta montaña*. Bogota, Colombia.
- Iglesias, J., Funes-Monzote, F, T. O., Simón, L., & Milera, M. (2011). Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una. *Pastos y Forrajes*, 34(3), 241-257.
- Jimenez, F. (1999). *Conceptos Basicos De Agroforesteria*. Turrialba, Costa Rica: Bib. Orton IICA / CATIE.
- Jiménez, F. (1999). *Conceptos Basicos de Agroforesteria*. Turrialba, Costa Rica: Bib Orton IICA/CATIE.
- Jiménez, F., & Vargas, A. (1998). *Apuntes de clase del curso corto: sistemas agroforestales*. (B. O. IICA/CATIE, Ed.) Turrialba, Costa Rica.
- Klass, D. (1983). Manejo e investigacion de suelos en sistemas agroforestales. En B. Liana, *curso corto intensivo tecnicas agroforestales* (pág. 160). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Köpsell, E. (2001). *Funciones y Apliaciones de Sistemas Agroforestales*. Bib. Orton IICA/CATIE.

- Landaeta, L. (2016). *Potencialidades De La Asociación De Cacao En Sistemas Agroforestales Para El Piedemonte Y La Sabana Inundable Del Municipio De Paz De Ariporo Casanare-Colombia*. Casanare, Yopal, Colombia.
- Lobo Di Palma, M., & Olman, D. S. (2001). *Agrostología*. San José, Costa Rica: EUNED.
- López, E. B. (23 de Octubre de 2019). "Tenemo 176.050 Hectareas sembradas de cascao, Presidente Federación de Cacao. (X. Gonzalez, Entrevistador) Colombia: Agronegocios. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/tenemos-176050-hectareas-sembradas-de-cacao-eduard-baquero-lopez-presidente-ejecutivo-de-fedecacao-2923404>
- Lucas, C., Beer, J., & Gerald, K. (1994). Reforestacion con Sistemas Agrosilviculturales Permanesntes versus Plantaciones Puras. *Agroforesteria en las Américas*, 21-25.
- Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 226-231.
- Mantillo, S., Suárez, L., Andrade, H., & Segura, M. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. *Revista de Investigacion Agraria y Ambiental*, 9(2), 122-133.
- Mejia, S. (2010). *Potencialidades Para La Implementacion de Cultivos de Caucho (Hevea Brasiliensis) En El Municipio de Yopal, Casanare*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Mendieta, M., & Rocha, R. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Managua, Nicaragua.

MinAgricultura. (6 de Octubre de 2015). *Agronet*. Obtenido de

<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Noticia1573.aspx>

Ministerio de Agricultura, IICA, USDA, MEPyD. (Noviembre de 2016). *Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles en República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana.

Mosquera, M., Moreno, G., Santiago, J., & Ferreiro, N. (2015). Sistema Agroforestal y PAC. *Ambienta*, 110-124.

Mosquera, M., Moreno, G., Santiago, J., & Ferreiro, N. (Septiembre de 2015). Sistemas agroforestales y PAC. *Ambienta*, 110-124.

Murgueitio, E., Brahona, R., Flores, M., Orozco, J., & Rivera, E. (2016). Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y Producir más Leche y Carne con Sistemas Silvopastoriles Intensivos. *Ceiba*, 54(1), 23-30.

Murgueitio, E., Chará, J., Solarte, A., Uribe, F., Zapata, C., & Rivera, J. (2013). Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 313-316.

Nahed, T. (2008). Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. *Avances en investigación agropecuaria*, 12(3), 3-19.

Nair, Gordon, & Mosquera-Losada. (2008). *Enciclopedia de Ecología*. Elsevier.

Nair, P. (1985). Classification of agroforestry systems. *Advances in Agroforestry Research* (págs. 34-35). Turrialba, Costa Rica: CATIE.

- Ospina, A. (2008). Aproximación a la caracterización agroforestal: síntesis de una propuesta metodológica. Cali, Colombia. Obtenido de https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/caracterizacion_agroforestal.pdf
- Ospina, A. (2008). *Aproximación a la definición de agroforestería y al concepto de agroforestería ecológica*. Cali, Colombia. Obtenido de https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/definicion.pdf
- Ospina, A. (2008). *Aproximación a la Identificación Agroforestal*. Cali, Colombia. Obtenido de https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/identificacion.pdf
- Patiño, S., Suarez, L., Andrade, H., & Segura, M. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 123-133.
- Pezo, D., & Ibrahim, M. (1999). *Sistema Silvopastoril*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Pezo, D., Muhammad, & Ibrahim. (1998). *Sistemas Silvopastoriles*. (B. O. CATIE, Ed.) Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Prager Mosquera, M. (2018). *La Opción Agrosilvopastoril, una propuesta técnica productiva para pequeños agricultores*.
- Prins, K., Galloway, G., Fassaert, C., & Nilsson, M. (1999). Actas: II Taller de Investigación Participativa Buscando la Convergencia. *Desarrollo participativo de sistemas agroforestales para la producción orgánica de hortalizas en laderas en Costa Rica* (pág. 115). Turrialba, Costa Rica: CATIE.

- Profesor Yarumo. (29 de Enero de 2020). *Los Consejos del Profesor Yarumo, Sistemas Agroforestales*. Obtenido de AGRONEGOCIOS:
<https://www.agronegocios.co/aprenda/los-consejos-del-profesor-yarumo-sistemas-agroforestales-2957393>
- Reyes, E. (2015). 3er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, VIII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales. En P. Peri (Ed.), *Análisis de los beneficios de la adopción de sistemas silvopastoriles en la Producción de carne y leche en Colombia. (Estudios de caso)*. (págs. 459-462). Iguazú: INTA.
- Russo, R. (2003). *Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible*. San José, Costa Rica.
- Russo, R. (Abril-Junio de 2015). Reflexiones sobre los sistemas silvopastoriles. *Pastos y forrajes*, 38(2), 157-161.
- Russo, R. (2016). Agroforestería: Estrategia biológica para la sustentabilidad.
- Russo, R. (2016). Agroforestería: estrategia biológica para la sustentabilidad.
- Sánchez, M. (1999). Agroforestería para la producción animal en América Latina. En M. Rosales, E. Murgueitio, H. Osorio, M. Sánchez, & A. Speedy (Ed.), *Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical*, (págs. 1-523). Roma.
- Santillan, T., Ferguson, B., & Francisco, M. (2007). *Ganadería, desarrollo y ambiente: una visión para Chiapas*. ECOSUR.

SIAC. (s.f.). *Sistemas de Informacion Nacional de Colombia*. Obtenido de Suelos en Colombia :

<http://www.siac.gov.co/sueloscolombia>

Simmonds, I. (23 de Mayo de 2018). *¿Cuál es el potencial del caucho y los depratamento con mayor produccion en Colombia?* Obtenido de Agronegocios:

<https://www.agronegocios.co/agricultura/cuales-son-las-regiones-que-mas-caucho-producen-en-colombia-2729316>

Sotomayor, A., & Barros, S. (2016). *Los sistemas Agroforestales en Chile, Instituto Forestal*. (A. Sotmayor, & S. Barros, Edits.) Chile.

Toruño, I., Mena, M., & Guharay, F. (2015). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*. Nicaragua.

Vega, M., & Lamela, L. (2002). *Efecto del marco de siembra de Leucaena leucocephala en el comportamiento agronómico de una asociación*. Matanzas, Cuba.

Von Maydell, H. (1985). Highlights in Agroforestry research and practice. *Highlights in Agroforestry Research and Practice* (págs. 13-22). Turrialba, Costa Rica: CATIE.