

**Principales especies forestales en la agroforestería del trópico bajo colombiano**  
**(Monografía)**

**Autor**

**Elkin Fabian Bohórquez López**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD**

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

**Ingeniería Agroforestal,**

**Cumaral**

**2020**

**Principales Especies Forestales en la Agroforestería del Trópico Bajo colombiano**  
**(Monografía)**

**Elkin Fabian Bohórquez López**

**Trabajo de Grado presentado para optar al título de Ingeniero Agroforestal**

**Directora/Asesora**

**Blanca Ninfa Carvajal Agudelo**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**

**Ingeniería Agroforestal**

**2020**

**Página de Aceptación**

---

Blanca Ninfa Carvajal Agudelo

Asesora Trabajo de Grado

---

Jurado

---

Jurado

## **Dedicatoria y Agradecimientos**

### **Dedicatoria**

Expresó mis agradecimientos a Dios por la fuerza, por no desampararme y estar siempre presente

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, especialmente al grupo de docentes que contribuyeron a mi formación, para poner esta profesión al servicio de la humanidad.

A mis padres porque son mi motor de avance, a mi familia mi esposa e hijos por darme ese ánimo y por darme su apoyo incondicional.

A la ingeniera Blanca Ninfa Carvajal asesora por sus acertadas sugerencias para mejorar y enriquecer este trabajo de grado

Igualmente, a los compañeros y amigos familiares que me proporcionaron su afecto y compañía durante toda mi vida universitaria.

Elkin Fabian Bohórquez López

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	99
Summary .....	10
Introducción .....	1111
Generalidades.....	133
Estado del arte de la agroforestería.....	136
Componentes de un Sistema Agroforestal.....	18
Identificación del Problema de Investigación.....	21
Objetivos .....	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
Justificación .....	24
Referentes de especies forestales en el trópico bajo colombiano. ....	27
Experiencias y Desempeño de Árboles que se Usan en los Sistemas Agroforestales de Colombia en Clima Cálido. ....	28
Análisis y síntesis del potencial identificado para socios con diferentes especies forestales y agrícolas.....	32
Reflexión de la importancia de la forestería en la conservación y estabilidad de los ecosistemas	34
Especies Forestales del Trópico Bajo colombiano – Herbario Digital .....	366
Acacia Mangium ( <i>Acacia mangium</i> ). ....	366
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla King</i> ).....	37
Árbol del pan ( <i>Artocarpus altilis</i> ). ....	399
Cámbulo <i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) Cook y <i>Erythrina fusca</i> Lour. ....	4040
Canavalia ( <i>Canavalia Ensiformis</i> ). ....	422
Matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ) .....	444
Samán ( <i>Samanea saman/Pithecellobium saman</i> ).....	455
Ocobo ( <i>Tabebuia rosea</i> ).....	477
Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) .....	488
guamo ( <i>Inga sp.</i> ) .....	499
Nogal Cafetero ( <i>Cordia alliodora</i> ) .....	5050

Totumo ( <i>Crescentia cujete</i> ).....	511
Jamaica ( <i>Hibiscus. cannabinus</i> ).....	522
Guácimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> ). ....	533
Melina ( <i>Gmelina arborea</i> ).....	544
Café ( <i>Coffea arábica L.</i> ).....	555
Cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ).....	566
Conclusiones.....	588
Recomendaciones.....	599
Referencias Bibliográficas.....	60

## Lista de figuras

Figura 1. Clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo al tipo de componentes .....	177
Figura 2. Diseño de sistemas agroforestales basados en análisis estructural.....	199

## Lista de fotos

Foto 1. Árboles de Acacia (Acacia Mangium) en Cerca Viva .....	377
Foto 2. Caoba Swietenia macrophylla .....	38
Foto 3. Árbol del Pan ( <i>Artocarpus altilis</i> ) .....	40
Foto 4. <i>Erythrina Fusca</i> en Sombrío de Café.....	42
Foto 5. Canavalia ensiformis .....	44
Foto 6. matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ) .....	45
Foto 7. Saman ( <i>Samanea saman</i> ).....	47
Foto 8. Ocobo ( <i>Tabebuia rosea</i> Bertol).....	48
Foto 9. Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) .....	49
Foto 10 guamo ( <i>Inga sp.</i> ) .....	50
Foto 11 Nogal cafetero ( <i>Cordia alliodora</i> ).....	51
Foto 12 Totumo ( <i>Crescentia cujete</i> ). .....	52
Foto 13 Canavalia ( <i>Hibiscus. cannabinus</i> ).....	53
Foto 14 Guácimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> ).....	54
Foto 15 Melina ( <i>Gmelina arborea</i> ). .....	55
Foto 16 café ( <i>Coffea arábica</i> ) .....	56
Foto 17 cacao ( <i>Theobroma cacao L</i> ) .....	57



## Resumen

La agroforestería entendida como la combinación eficiente de recursos naturales (tierra, luz, aire, animales y sus asociaciones) representa una identificación irrefutable que demuestra que en los sistemas de producción se pueden conjugar la agricultura y la producción animal para aprovechar mejor los recursos y obtener otros contribuyendo de esta manera a la seguridad alimentaria y mitigación del cambio climático.

En este documento se realizó una compilación bibliográfica dónde se describe la agroforestería, sus beneficios, sus características principales, su clasificación, sus componentes entre otros. De igual manera se asoció la identificación de un problema que se asocia a que si no se conocen o identifican las especies apropiadas en este caso particular (clima cálido colombiano) se presentan inconvenientes; pero que, si se conocen sus referentes, las probabilidades de éxito aumentan.

La agroforestería en sus múltiples asociaciones ha demostrado qué es la mejor opción de uso eficiente del suelo, que genera progreso en los ecosistemas y en la rentabilidad de cualquier sistema de producción en interacción. Se muestra de una manera práctica y sencilla un herbario digital constituido por 22 especies forestales de clima cálido y sus propiedades conocidas, esto con el fin de impulsar su uso en los sistemas de producción forestal en sus diferentes arreglos.

Palabras Clave: Agroforestería, arboles, ecosistema, sistemas Silvopastoriles, Trópico bajo.

## Summary

Agroforestry understood as the efficient combination of natural resources (land, light, air, animals and their associations) represents an irrefutable identification that shows that agriculture and animal production can be combined in production systems to make better use of resources and obtain others contributing in this way to food security and climate change mitigation.

In this document a bibliographic compilation was made where agroforestry is described, its benefits, its main characteristics, its classification, its components, among others. In the same way, the identification of a problem was associated with the fact that if the appropriate species are not known or identified in this particular case (warm Colombian climate), there are problems; but if its references are known, the chances of success increase.

Agroforestry in its multiple associations has shown what is the best option for efficient land use, which generates progress in ecosystems and in the profitability of any interacting production system. A digital herbarium consisting of 22 forest species with a warm climate and their known properties is shown in a practical and simple way, this in order to promote their use in forest production systems in their different arrangements.

**Key Words:** Agroforestry, trees, ecosystem, Silvopastoral systems, Low tropics.

## Introducción

La agroforestería es sin duda una disciplina que está contribuyendo a cambios significativos en el uso eficiente del suelo y sus interacciones ya que promueve una integración holística del sistema de producción agropecuario.

Los productores agropecuarios deben ser conscientes de los grandes beneficios de la implementación de la agroforestería ya que en el mismo lugar se pueden producir de manera simultánea o secuencial, madera, productos agropecuarios, diversificando la producción, hay rentabilidad y una contribución a la mejora y protección de la biodiversidad, regulación hídrica y mitigación al cambio climático.

Con el propósito de ser referente en este gran mensaje se ha desarrollado este trabajo documental para presentar este exitoso modelo de producción y uso eficiente del suelo en un mismo contexto.

El documento contiene argumentos de tipo económico, de producción, productividad, sostenibilidad de los sistemas agroforestales, con el ánimo de dar argumentos para su utilización, este contexto se desarrollan referencias bibliográficas que dan cuenta de:

Conceptos de agroforestería ventajas y desventajas, argumentos que favorecen la agroforestería como herramienta para mejorar el uso eficiente de los suelos de acuerdo con Huxley (1999), resumieron posibles ventajas de los sistemas agroforestales.

Se plantea que los sistemas agroforestales pueden:

- Mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales agua luz nutrimentos y por ende en la productividad
- Aumentan la estabilidad de la producción y reducir riesgos
- Moderan el microclima y protegen a cultivos y animales
- Proveen hábitat para mantener biodiversidad por ejemplo controladores biológicos y aves migratorias.
- Reducen la diseminación y daño causado por plagas y enfermedades.

- Mejoran la calidad de productos
- Reducen gastos para insumos agroquímicos y productos externos por ejemplo madera
- Reducen externalidades ecológicas contaminación de acuíferos y suelos.
- Reducen la escorrentía superficial y erosión del suelo.
- Mantienen y mejoran propiedades físicas del suelo más favorables que en los sistemas agrícolas.
- Aumenta el nitrógeno mediante árboles fijadores.
- Las raíces capturan y reciclan nutrientes en capas profundas del suelo que no son accesibles para los cultivos principalmente en zonas secas.
- Llevan aún ciclaje de nutrientes más cerrado y eficiente con menor pérdida por lavado y lixiviación.
- Reducen la acidez del suelo mediante las bases acumuladas en hojarasca y raíces de los árboles.
- Ayudan a recuperar suelos degradados.
- Mejoran la actividad biológica y mineralización del nitrógeno a través de la sombra de los árboles.
- Aumentan la actividad de microbios fijadores de nitrógeno y micorrizas por el asocio de raíces de árboles con la de los cultivos.

De otra parte, se revisa y documenta sobre las especies apropiadas para la implementación de diferentes sistemas productivos en donde se involucra la producción de árboles como sombrío de cultivos agrícolas, cacao, café, además se realiza ficha descriptiva de algunas especies para diferentes usos que se observan de manera rutinaria en los sistemas rurales de locales y que se identifican como de gran potencial para fomentar la producción de estas especies teniendo así: sombrío en sistemas silvopastoriles (bienestar animal), forraje, madera, leña, protección de suelos y de aguas, corredores biológico, captura y fijación de carbono, seguridad alimentaria en general mayor estabilidad y sostenibilidad en la producción agrícola y pecuaria de los territorios.

## Generalidades

### Estado del arte de la agroforestería

Este concepto va en su cuarta década desde que en 1977 cuando se publicó por primera vez en el informe de Canadá (Bene, 1977) para promover la agroforestería.

Según Somarriba, Jiménez & Vargas en 1998, esta actividad es una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales:

1. existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente.
2. Al menos uno de los componentes es una leñosa perenne.
3. Al menos uno de los componentes es una planta mejorada con fines agrícolas (incluyendo los pastos).

La agroforestería en resumen es un sistema sostenible de uso de la tierra por que se articula con la conservación y protección de los recursos naturales, protección del agua y la biodiversidad.

Se distinguen sistemas silvoagrícolas, sistemas agropastoriles, sistemas silvopastoriles según la combinación de árboles y pastos, cultivos o ganado que se realice.

ICRAF (Centro internacional de investigación en agroforestería, 1982). Define a la agroforestería como un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local. (Farrell, 1997).

Esta misma institución ICRAF según Gatica et al 2000, define dos categorías básicas de

sistemas agroforestales que corresponden a los simultáneos y secuenciales. Los simultáneos se caracterizan por incorporar y combinar árboles con cultivos o animales en un mismo tiempo y unidad de superficie y los sistemas secuenciales son aquellos en los que los cultivos y los árboles se turnan para ocupar el mismo sitio; estos sistemas generalmente comienzan con cultivos y luego de la cosecha de los mismos se plantan árboles logrando que el tiempo en que se mantiene la competencia sea mínimo el componente arbórea en este caso debe ser de rápido crecimiento sistema radicular profundo y gran desarrollo de dosel para competir mejor con las malezas.

Muchos sistemas simultáneos tienen disposición lineal y los árboles o arbustos se plantan en filas o en franjas ejemplo de ellos están las plantaciones de bordes o límites, setos vivos en curvas de nivel, setos vivos, cercos vivos y franjas leñosas, cortinas cortaviento o cortinas de protección, plantaciones de setos Inter cultivos o doble fila de árboles entre cultivos (callejones), sistemas de bosquetes, sistemas silvopastoriles por citar entre las varias opciones existentes (Gatica, 2000).

De los sistemas secuenciales más implementados es posible mencionar el mejoramiento de barbecho, la rotación de cultivos, el sistema TAUNGYA y sistemas multiestratificados.

El mejoramiento de barbecho conocido como sistema de corte y quema agrícola es un método que consiste en que los campesinos cortan la vegetación del bosque la dejan secar para quemarla y luego instalan cultivos o pastos y en cuanto al sistema TAUNGYA se caracteriza porque hay una combinación de cultivos agrícolas con árboles durante la primera etapa de desarrollo de bosque; la agricultura se practica durante varios periodos hasta que los árboles han crecido lo suficiente como para cubrirlos entonces el componente forestal toma posición dominante en el terreno nuevamente y pasa a formar un sistema forestal; por su parte los sistemas multiestratificado permiten mejorar la plantación anual con varias especies de árboles a

espaciamiento definidos (Gatica, Perret & Zúñiga; 2000).

Mendieta & Rocha (2007). Incorporan el concepto de Agroforestería elementos más íntegros y la definen como un conjunto de prácticas que implican una combinación de prácticas agropecuarias que se realizan en el mismo lugar y al mismo tiempo (prácticas simultáneas), o aquellas desarrolladas en el mismo sitio, pero en épocas diferentes (prácticas secuenciales). El “sitio” puede ser tan pequeño como un simple jardín o una parcela cultivada, o tan extenso como un área de pastizal.

Suber, Yepes, Bohórquez & Robiglio, (2019) indican que “Los SAF - definidos como tierras agrícolas con una cobertura de árboles mayor al 10% - cubren el 43% de las tierras agrícolas mundiales - más de 1000 millones de hectáreas - y el 80% de estas tierras en América del Sur, equivalente a 320 millones de hectáreas” (Zomer, 2014).

Suber, Yepes, Bohórquez & Robiglio (2019) indican que Colombia por presentar una gran variedad climática y topográfica, ha sido reconocida como un nicho de oportunidades para el desarrollo de la agroforestería. “Tradicionalmente implementados como una estrategia de protección del cultivo a las fluctuaciones climáticas, (en café y cacao principalmente), los SAF también se han empezado a concebirse como una alternativa de desarrollo sostenible”.

Según Ospina (2006), se concibe la Agroforestería en la interdisciplina, tradición, e innovación productiva y de conservación de la naturaleza desarrollado tradicionalmente por culturas agroforestales en tierras tropicales, donde existen formas de manejo y aprovechamiento de sistemas agroforestales en fincas y territorios comunitarios para obtener una producción biodiversa, libre de agroquímicos y duradera con predominio y desarrollo de saberes ancestrales y novedosos, fortaleciendo la identidad cultural, interacciones ecológicas totales de complementariedad del sistema, diversificación del paisaje, aprovechamiento adecuado de los

recursos naturales, privilegiando el trabajo humano, uso de tecnologías de bajo impacto ambiental y relaciones sociales y económicas de bienestar equidad y justicia.

### **Características de la Agroforestería.**

La agroforestería incorpora cuatro características: **Estructura** (combina árboles, cultivos y animales), **Sustentabilidad** (la productividad a largo plazo pueda mantenerse sin degradar la tierra), **Incremento en la productividad** (la producción es mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales de uso de la tierra) y **Adaptabilidad cultural/socioeconómica** (Farrell, 1997).

Mendieta (2007). Mencionan que la función de la Agroforestería es minimizar los problemas de degradación de la tierra y del agua, y es una respuesta a la escasez de alimento, leña, ingreso, forraje animal y materiales de construcción. La amplitud y la variedad de sistemas y prácticas agroforestales implican que la Agroforestería puede ofrecer soluciones parciales para muchos problemas productivos y de uso de la tierra en las zonas rurales.

Según el CATIE en el 2001 clasifica a los sistemas agroforestales de la siguiente manera:

Tabla 1. Sistemas Agroforestales

<b>Clasificación</b>	<b>Característica</b>
Sistemas Agrosilviculturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agricultura migratoria con manejo del barbecho.</li> <li>- Cultivo en plantaciones forestales y Sistema "Taungya".</li> <li>- Árboles para sombra de cultivos.</li> <li>- Árboles en parcelas de cultivo (cercas vivas, cortinas rompevientos, árboles en linderos, o árboles dispersos).</li> <li>- Leñosas como soportes vivos.</li> <li>- Huertos caseros mixtos.</li> <li>- Cultivo en callejones.</li> </ul>
Sistemas Silvopastoriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Árboles o arbustos dispersos en potreros</li> <li>- Pastoreo en plantaciones forestales o frutales</li> <li>- Bancos forrajeros o bancos de proteína</li> <li>- Pastura en callejones.</li> </ul>
Sistemas Especiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Silvoentomología (Ej. Árboles para apicultura)</li> <li>- Silvoacuacultura (Ej. Árboles para Piscicultura)</li> </ul>

Fuente: CATIE, 2001





Huxley (1999), resumieron posibles ventajas de los sistemas agroforestales.

Se plantea que los sistemas agroforestales pueden:

- Mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales agua luz nutrientes y por ende en la productividad
- Aumentan la estabilidad de la producción y reducir riesgos
- Moderan el microclima y protegen a cultivos y animales
- Proveen hábitat para mantener biodiversidad por ejemplo controladores biológicos y aves migratorias.
- Reducen la diseminación y daño causado por plagas y enfermedades.
- Mejoran la calidad de productos
- Reducen gastos para insumos agroquímicos y productos externos por ejemplo madera
- Reducen externalidades ecológicas contaminación de acuíferos y suelos.
- Reducen la escorrentía superficial y erosión del suelo.
- Mantienen y mejoran propiedades físicas del suelo más favorables que en los sistemas agrícolas.
- Aumenta el nitrógeno mediante árboles fijadores.
- Las raíces capturan y reciclan nutrientes en capas profundas del suelo que no son accesibles para los cultivos principalmente en zonas secas.
- Llevan aún ciclaje de nutrientes más cerrado y eficiente con menor pérdida por lavado y lixiviación.
- Reducen la acidez del suelo mediante las bases acumuladas en hojarasca y raíces de los árboles.
- Ayudan a recuperar suelos degradados.
- Mejoran la actividad biológica y mineralización del nitrógeno a través de la sombra de los árboles.
- Aumentan la actividad de microbios fijadores de nitrógeno y micorrizas por el asocio de raíces de árboles con la de los cultivos.

### **Componentes de un Sistema Agroforestal.**

Para el diseño de sistemas agroforestales basados en un análisis estructural es fundamental la presencia, el arreglo y la disposición de los componentes dentro del sistema. (Van, 2000).

Figura 2. Diseño de sistemas agroforestales basados en análisis estructural



Fuente: Farfán, 2012

En un estudio realizado en Costa Rica por Linkimer (2002), sobre árboles nativos para cafetales en la zona atlántica, los productores consideraron prioritarios 21 atributos que los árboles deberían tener; los cuales se mencionan a continuación:

1. Capacidad de fijar nitrógeno.
2. Capacidad de rebrote.
3. Compatibilidad con el café.
4. Contribución con la biodiversidad y el medio ambiente.
5. Facilidad de manejo.
6. Incorporación de materia orgánica.
7. Profundidad del sistema radicular.
8. Provisión de productos secundarios.
9. Rectitud de fuste.
10. Tolerancia podas.
11. Altura de fuste.
12. Densidad de copa.
13. Origen de los árboles nativos.
14. Velocidad de crecimiento rápido.
15. Velocidad de descomposición del material vegetativo.

16. Autopoda.
17. Forma de copa (angosta).
18. Fortaleza de ramas y tallos tener ramas y tallos no quebradizas
19. Fortaleza del sistema radicular (sistema radicular fuerte).
20. Tamaño de hojas (pequeñas).
21. Tipo de follaje (permanente)

En cuanto a las ventajas biofísicas y económicas de Sistemas agroforestales (SAF) CORPOICA -PRONATA (2003), han identificado las siguientes:

Reducción de la radiación directa (influye positivamente en el ganado y muy poco en el pasto)

Eficiente ciclaje de nutrientes

Mejoramiento de la fertilidad del suelo

Mejoramiento de la población micro y macro biológica del suelo

Reducción de la velocidad del viento

Puede presentar barreras contra enfermedades y plagas, buen control de malezas (en algunos modelos

Puede ser una desventaja)

Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo

Reducción del impacto de la lluvia (puede ser una desventaja en algunos modelos)

Control de erosión

Regulación de microclima

Mayor área de exploración en el suelo

Disminución en requerimientos de fertilizantes para cultivos anuales (está asociado a otras condiciones, muchas veces se necesita de altos insumos para llegar a un punto de estabilidad en el ciclaje)

Control en la lixiviación

Corredores biológicos, que permiten el desplazamiento de la fauna al desarrollo de su vida en espacios naturales conservados.

En el estudio los caficultores nombraron alrededor de 62 especies arbóreas, arbustivas y

herbáceas que usan en sus cultivos para sombra.

### **Identificación del Problema de Investigación**

La práctica de la agroforestería ha tenido dificultades en temas tan esenciales como la elección de las especies forestales, a ser elegidas para el asocio; dado que no es de conocimiento general que especies favorecen o facilitan el asocio; y cuál es el potencial de las especies, esto teniendo en cuenta la demanda de productos y servicios; incurriendo muchas veces en fracasos por el desconocimiento de características específicas de las especies incorporadas al sistema.

Dentro de los problemas o desventajas documentadas en los sistemas productivos que se instalan en mezclas o asociados/sistemas agroforestales CORPOICA- PRONATA, 2003 enlistan los siguientes:

Aumento de competencia por luz, agua, espacio y nutrientes (se presenta en todos los modelos en unos más que en otros (negativas)

Aceleración en la pérdida de nutrientes (depende de los componentes de ahí la necesidad de conocer las especies que sean menos extractoras de nutrientes, salidas del sistema)

Alelopátías (conocer al máximo la fisiología de especies con el fin de evitar este tipo de problemas)

Aumento del potencial de erosión (por aumento del tamaño de la gota, es necesario tener coberturas y escoger la arquitectura de la planta para cada modelo)

Hospederos alternativos de plagas (se puede presentar pudiéndose benéfico

En algunos casos si se usa el principio de los cultivos trampa)

Producción de elementos tóxicos (por acumulación en el tiempo pueden causar

Es importante en el modelo diseñar habiendo identificado las interacciones, procurando la magnificación de las positivas y disminuyendo el efecto de las negativas.

**Especies amenazadas.**

La convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres CITES es un acuerdo internacional que se tiene por objeto velar por qué el comercio internacional de especímenes de plantas y animales silvestres no represente una amenaza para la supervivencia de las especies sometidas a este comercio (Camacho, 2002).

Con el propósito de regular el comercio internacional la convención funciona con base en un sistema de permisos y certificados que deben ser presentados cuando salen o ingresan los especímenes de flora y fauna silvestre de un país además posee tres categorías o apéndices (I. II) para cada uno de ellos existen restricciones de comercio dependiendo del grado de amenaza que presente la especie la cual determina el permiso que debe emitir la autoridad competente conforme a las normas de la convención (Camacho, 2002).

En el apéndice II se encuentran todas las especies que en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que su comercio este sujeto a una reglamentación estricta orientada evitar un solo un uso en compatible con su supervivencia, asimismo aplica que ellas otras especies no afectadas por el comercio pero que también debe estar en sujetarse a reglamentación debido a su apariencia similar a otras especies reguladas.

## **Objetivos**

### **Objetivo General.**

Identificar y describir las principales especies forestales en agroforestería del trópico bajo colombiano

### **Objetivos Específicos.**

- Construir un herbario digital agroforestal de especies relevantes y exitosas en trabajos sobre esta materia
- Documentar experiencia y desempeño de árboles que se usan en los sistemas agroforestales de Colombia en clima cálido.
- Reflexionar sobre la importancia de la forestería en la conservación y estabilidad de los ecosistemas.

## Justificación

Es importante contar con referentes bibliográficos que tengan como fundamento la investigación documental basado en las experiencias publicadas para contar con un elemento de consulta que sirva como orientador aquellos que emprendan la práctica de la agroforestería y desean conocer las opciones de especies forestales que permitan un buen comienzo, por lo que se requiere documentación teórica y basado en la investigación documental (monografía) como apoyo.

De otra parte, la agroforestería como sistema mixto de uso del suelo permite hacer uso sostenible de los recursos naturales, por lo que esta investigación se enmarca en la primera línea estratégica de implementación sostenible, en donde se identifica la relevancia, de la agroforestería como alternativa posible por el mecanismo permanente de absorción de Carbono; como una opción de mitigación y adaptación al cambio climático, lo cual es socialmente aceptado y ambientalmente sostenible; además Colombia ha realizado diferentes acuerdos con el propósito de estabilizar las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI). La vigésima primera reunión de la Conferencia de las Partes (COP 21) llegó a un nuevo acuerdo que en caso de cumplirse evitara un aumento en la temperatura global promedio por encima de los 2°C, en donde se comprometió a disminuir en un 20% la producción de los GEI al llegar al año 2030 (MADS, 2011).

Quien planifica un sistema agroforestal plantea su análisis desde conveniencia de cultivar una especie en asocio con árboles; considerándolo desde dos puntos de vista: un punto de vista ecológico, donde se estudia la compatibilidad entre las especies, y un punto de vista económico, mayor rentabilidad del agro sistema.



1. Árboles dispersos 6. Árboles en bordes de caminos J O. Estabilización de laderas 2. Cultivos en callejones 7, Protección de cursos de agua Í 1. Barreras en contorno 3. Plantación en líneas 8. Sombra 12. Árboles con barreras vivas 4. Árboles de borde 9. Cortinas rompevientos 73. Control de erosión (en cárcavas) 5. Cercos vivos

### ***Análisis de Ventajas y Desventajas de Incorporar Sombrío a Cultivos.***

La UTZ, programa global de certificación establece los estándares para la producción agrícola responsable y su suministro, indica que los árboles de sombrío juegan un importante rol en la agricultura sostenible. Para empezar, constituyen una forma de adaptación al cambio climático puesto que disminuyen la temperatura del aire alrededor de los cultivos y protegen al suelo de la erosión generada por las lluvias intensas. Además, mediante un uso equilibrado, los árboles de sombrío pueden ayudar a salvaguardar la biodiversidad y ejercen una influencia positiva en la productividad. Asimismo, la diversificación en otros cultivos brinda un ingreso adicional a los productores. Esta es la razón por la cual UTZ fomenta el uso apropiado de árboles de sombrío; para la protección de los hábitats y ecosistemas, así como la implementación de medidas encaminadas a atender importantes impactos del cambio climático identificados en la evaluación de riesgos. Esta institución recomienda para Colombia en socios con café las siguientes especies: *Acacia Mangium*, *Cedrela odorata L*, *Cocos nucifera*, *Cordia alliodora*, *Erythrina fusca*, *Erythrina poeppigiana*, *Erythrina ssp*, *Erythrina glauca*, *Gliricidia sepium*, *Hevea brasiliensis*, *inga edulis Mart.*, *Musa paradisiaca*, *Persea americana*, *Tabebuia rosea*.

La UTZ (2017), recomienda que el cultivo de cacao debe tener sombrío de 144 árboles/ha aproximadamente; estos entre frutales y maderables, para el caso de café por ubicarse en casi todos los casos en zonas de ladera esta densidad puede alcanzar los 260 árboles de altura

considerable y con sistemas de raíces profundas que interfieran en menor grado con los árboles de cacao y de café respecto a los nutrientes y el agua subterránea.

## Cuerpo del trabajo

### Referentes de especies forestales en el trópico bajo colombiano.

En Colombia se cuenta con clima tropical es decir que su temperatura depende de la altura sobre el nivel del mar y en ese orden de ideas; encontramos el trópico bajo colombiano corresponde alturas que van desde los 0 metros hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar; tierras templadas que están en un rango entre 1000 y 2000 metros sobre nivel del mar y tierras frías que están por encima de los 2000 metros sobre el nivel del mar o también llamado trópico alto. Para el caso particular se documentan especies que se encuentran en la franja de cero (0) metros hasta los 1000m.s.n.m., haciendo claridad que las especies forestales tienen amplio rango de dispersión.

Florencia Montanini en 1992, propuso involucrar en árbol en todos los espacios de los sistemas productivos, lo cual fue adoptado por Corpoica y se presenta en la tabla 2.

Tabla 2 Alternativas agroforestales ante problemas frecuentes en los sistemas de producción agropecuaria

Problema	Alternativa de los SAF	Problema	Alternativa de los SAF
1. Escasez de leña	Cercas vivas Parcelas de árboles en potreros Árboles leñosos en huertos familiares árboles leñosos como sombra	9. potreros degradados	Árboles que fijan nitrógeno en potreros Plantar árboles que permitan poda, para aportar materia orgánica
2. Suelos degradados	Implementar árboles que fijen nitrógeno	10. Escasez de madera	Sistema Taungya, enriquecer bosques secundarios y rastrojos Árboles en potreros, en parcelas de cultivos Árboles que fijen nitrógeno.
3. Erosión y estabilización de pendientes	Franjas de árboles en curvas de nivel	11. estabilización de la agricultura migratoria	Diversificación con árboles, cultivos o animales Manejo de barbechos, huertos caseros

Problema	Alternativa de los SAF	Problema	Alternativa de los SAF
4. Alimentación humana	Huertos familiares con numerosos componentes Frutales en cultivos y potreros, Especies menores en el huerto	12. reducción del riesgo socio económico, por diversificar la producción	Diversificar con frutales, cultivos y animales, Miel Madera, alimento para especies menores
5. viento	Cortinas rompevientos	13. Destrucción del bosque tropical	Cultivos de frutales en claros Manejo de bosque en combinación con animales. Manejo de zonas protectoras con SAF
6. Delimitación de la propiedad y construcción de corrales para los animales	Cerca vivas y cortinas rompe viento de varias hileras	14. Competencia excesiva por agua, luz y nutrientes entre árboles y cultivos asociados	Modificar el sistema por medio de podas. Raleos, donde se modifiquen los componentes del dosel.
7. Escasez alimento para animales	Árboles y arbustos forrajeros en cercas vivas, parcelas y franjas de cultivos	15. Época seca	Árboles forrajeros para alimento de animales Cultivos asociados a árboles Franjas de árboles en curvas de nivel. Árboles de raíces profundas
8. Falta e sombrío para cultivos y animales	Franjas de árboles en potreros o parcelas. Árboles individuales en espaciamiento irregular en potreros y parcelas	16. Distribución del trabajo, incluido el trabajo familiar	Huerto casero mixto Aumento de la diversidad en SAF.

Fuente: CORPOICA-PRONATA, 2003

### **Experiencias y Desempeño de Árboles que se Usan en los Sistemas Agroforestales de Colombia en Clima Cálido.**

Estudios realizados con cacao (*Theobroma cacao*) demuestran que esta planta debe ser asociada con otras especies arbóreas para sombrío

Espinosa, Salazar, Churio & Mora. (2020). Estos autores en su investigación midieron el desempeño del estatus hídrico de la planta de cacao elemento fundamental para que esta se mantenga en condiciones favorables para su óptimo desempeño. Los plantíos utilizados fueron: frutales guanábana (*Annona muricata*), Noni (*Morindacitrifolia*), guayabo (*Psidium guajava*) y especies vegetales maderables como Balso (*Ochroma pyramidale*), canaleta (*Cordia alliodora*), yarumo (*Cecropia peltata*) y trompillo (*Guarea guidonia*).

Suber, Yepes, Bohórquez & Robiglio, (2019), cita en el documento los árboles fuera del bosque en la Nama forestal de Colombia que, en el 2017, de las 900 mil hectáreas cultivadas con café, 349 mil se encontraban bajo sombra total o parcial (FNC 2014). Para el mismo año, se conoce la extensión total de cultivos de cacao: 175 mil hectáreas (FEDECACAO, 2018).

Andrade, Ibrahim, Jiménez, Finegan & Kass (2000), Reportaron plantaciones de teca (*Tectonagrandis*), nogal cafetero (*Cordia alliodora*), melina (*Gmelina arborea*), caucho (*Hevea brasiliensis*), guadua (*Guaduaangustifolia*), mango (*Mangifera indica*) e iguá (*Pseudosamanea guachapelle/ albizzia guachapelle*) y sistemas agroforestales (SAF) de cacao con árboles maderables de sombrío, tal como *Cupania cinerea* poepp, *Guarea guidonia* y *Guazuma ulmifolia* donde se estimaron la cantidad de carbono capturado.

Andrade, Ibrahim, Jiménez, Finegan & Kass (2000), Concluyeron 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<sup>-1</sup>, respectivamente y que la biomasa abajo del suelo capturada fue del 17% del carbono almacenado en la biomasa total, lo que demuestra la gran contribución al cambio climático ya que el carbono es uno de los gases de efecto invernadero si se moviliza en la atmósfera, pero estando fijado en el suelo genera fertilidad con esta mayor producción de los ecosistemas,

Farfán& Sánchez (2016), Determinaron que la mayor producción de a *Coffea arabica*, Variedad Castillo general es con 10.000 plantas/ha; después de evaluar otras densidades 2.500, 5.000 plantas/ha bajo sombrío de *Inga edulis* (guamo santaferño) que presentan alto desempeño en densidades de 70, 123 y 278 árboles/ha después de medir el desempeño con densidades de 70 y 278 árboles/ha respectivamente.

Timoteo, Remuzgo, Valdivia, Sales, García, & Abanto (2016), en la estación experimental del instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana evaluaron la cantidad de carbono en el suelo y la biomasa aérea de tres sistemas agroforestales dentro del primer año en combinaciones de una especie forestal maderable (*Guazuma crinita*) con tres especies de uso comestible o forrajero: *Inga edulis*, *Theobroma cacao* y *Cajanus cajan* (SAF1 ), *Schizolobium amazonicum*, *Theobroma cacao* y *Cajanus cajan* (SAF2 ), y *Leucaena leucocephala*, *Theobroma cacao* y *Cajanus cajan*(SAF 3), determinando que el carbono orgánico en el suelo representa casi el 60% del carbono total almacenado en estos sistemas agroforestales, siendo el más relevante el (SAF 3) con 25,83 t/C/ha y en cuanto a acumulación de carbono durante el primer año en la biomasa y necromasa el (SAF2 ) con 11.40 t/C/ha.

Los sistemas agroforestales hay unas implicaciones directas de muchas ciencias como la dasonomía, agronomía, ganadería, edafología y ecología entre otras que en su conjunto integran todos los sistemas, sus pautas y su enfoque. En el mundo existen alrededor de 400 millones de hectáreas manejadas bajo sistemas agroforestales (SAF) (Torres, García, Cadena & Sánchez, 2019).

En diferentes estudios se ha encontrado que los sistemas productivos han fijado especies de asocio Montagnini, Somarriba, Murgueitio, y Fassola, (2015) identifican las siguientes especies como quienes dominan en asociados con café así: *Erythrina* spp. (Poepigiana, fusca,

berteroana), *Inga* spp. (*Oerstediana*, *edulis*, *punctata*, *laurina*, *vera*, *jinicuil*), y en menor grado, *Gliricidia sepium* y *Grevillea robusta*. Son especies que por lo general fijan nitrógeno (mimosoideae o faboideae, con la excepción de *G. robusta*), tienen crecimiento muy rápido y resisten podas una o varias veces al año. Algunas producen leña de calidad buena o regular, otras producen frutas (*Inga edulis*, por ejemplo), y otras no producen ni leña ni frutas comestibles (*Erythrina poeppigiana*, por ejemplo). Se multiplican fácilmente, con estacas (*Erythrina* spp.) o semillas; estas especies tienen una franja amplia como hábitats dado que el café en casi todos los casos está sobre los 1000msnm, siendo estas mismas especies que se asocian con cacao.

Se está trabajando en la instalación de especies forestal arbóreas y arbustivas para el ramoneo directo del ganado, asociados con pastos tropicales. Estos pueden seleccionarse de tres grupos que difieren claramente en su función y suministro de bienes y servicios: 1) Árboles de alto valor por su madera preciosa como la caoba (*Swietenia macrophylla* King), el cedro tropical (*Cedrela odorata* L. de la familia Meliaceae), el roble morado (*Tabebuia rosea* [Bertol.] D.C, familia Bignoniaceae) y otras especies maderables como la *Acacia mangium* Willd. (Leguminosae, sub-Familia Mimosoideae) o para pulpa de papel, como los eucaliptos (*Eucalyptus* spp, familia Myrtaceae; Calle et al. 2011). 2) Árboles maderables que benefician al ganado y otros animales con follaje, sombra y frutos comestibles como el samán o campano (*Samanea saman* [Jacq.] Merril), el orejero o carocaró (*Enterolobium cyclocarpum* [Jacq.] Griseb), el totumo o árbol calabaza (*Crescentia cujete* L., familia Bignoniaceae), el matarratón o madero negro (*Gliricidia sepium* [Jacq.] Kunth ex Walp familia Fabaceae), y cañafistol (*Cassia moschata* y *C. grandis* L.F. [Leguminosae, Caesalpinoideae], Murgueitio 2019. 3) Árboles frutales, empleados como alimento para humanos, animales domésticos y fauna silvestre como el

mango (*Mangifera indica* L., familia Anacardiaceae) y la guayaba (*Psidium guajaba* L., familia Myrtaceae; Somarriba 1988).

### **Análisis y síntesis del potencial identificado para socios con diferentes especies forestales y agrícolas**

En este aparte se realiza la síntesis de las especies que se han estudiado e identificado por científicos que como resultado de estudios y observando la naturaleza prevén el potencial para socios en sistemas agroforestales, silvopastoriles que desarrollan sinergias con los cultivos agrícolas y o actividades pecuarias, lo que sugiere que los productores pudieran aprovechar este potencial para optimizar la producción en el contexto del desarrollo sostenible; estas mejoras se pueden expresar en aporte de nutrientes al suelo, (simbiosis de las diferentes especies), sombrero, forraje, cobertura vegetal, frutos, mieles, regulación hídrica, protección de suelos; captura y fijación de carbono. Los autores que han estudiado estos sistemas son: Montagnini, Somarriba, Murgueitio, y Fassola, (2015) que indica que los cacaotales con menor densidad y número de especies de árboles de sombra son los de Belice, Honduras y Panamá. La mayoría de las especies son plantadas, manejadas y aprovechadas como madera, fruta, leña y sombra. Varias especies arbóreas se utilizan para un mismo fin. Por ejemplo, laurel (*Cordia alliodora*) y cedro amargo (*Cedrela odorata*) se utilizan como fuente de madera para consumo en el hogar y para la venta. Varios genotipos de bananos, guineos y plátanos (*Musa* spp.), la naranja (*Citrus sinensis*), coco (*Cocos nucifera*), mamón chino (*Nephelium lappaceum*), mango (*Mangifera indica*), zapote (*Pouteria sapota*) y el aguacate (*Persea americana*) son los frutales más comúnmente plantados en los cacaotales centroamericanos. Otras especies de sombra abundantes en los cacaotales son madre cacao (*Gliricidia sepium*), guabas (*Inga* spp.), pataxte (*Theobroma bicolor*), leucaena (*Leucana leucocephala*) y la palma de pejibaye (*Bactris gasipaes*) (Somarriba et al. 1998).



Farfan (2010) indica que la Erythrina asociado como árbol de sombra se encuentra en la Estación Experimental Pueblo Bello, localizada en Pueblo Bello-Cesar, Farfán y Solarte (2008) evaluaron el comportamiento productivo del café (4.500 plantas/ ha) bajo sombrío de dos especies leguminosas, guamo santafereño y cámbulo, establecidos a 9,0 m x 9,0 m (123 árboles/ha). Así mismo, en la Estación Experimental El Tambo (El Tambo-Cauca), Farfán y Mancera & Duque (2018) realizaron el mismo estudio, pero evaluando el písamo en lugar de cámbulo. En la Estación Pueblo Bello, en un ciclo de cinco cosechas, se produjeron 2.143 kg/hade café pergamino seco con sombrío de guamo santafereño, 24,0% más que bajo sombrío con cámbulo, esto debido posiblemente a la pérdida parcial de hojas que presenta el cámbulo en épocas secas, dejando desprotegido el cultivo.

En la Estación Experimental de El Tambo y bajo sombrío de písamo se produjeron Establecimiento de Sistemas Agroforestales (SAF) Distancias entre barreras (m) de písamo y cámbulo, de acuerdo a la pendiente del terreno. El promedio de producción (kg/ha) en dos localidades de la zona cafetera de Colombia. 3.473 kg/ha de café pergamino seco durante un ciclo de seis cosechas, 10,0% más que con guamo santafereño. Las diferencias en producción entre las dos localidades se deben a las diferencias de clima y de suelos que existen entre las dos. Asociado como barrera viva. Para emplear písamo o cámbulo como barreras vivas para la protección del suelo o reducir los procesos erosivos, se requiere establecer el sombrío con distancias de siembra entre las barreras de acuerdo a la pendiente del terreno. Como cerca viva. Para su empleo como cerca viva, en el perímetro de una hectárea de terreno (400 m) y siembra de los árboles a 3 m entre ellos pueden establecerse 133 árboles, los cuales pueden emplearse en alimentación animal o como combustible.

Otro modelo agroforestal son los sistemas silvopastoriles que mitigan los gases de efecto invernadero y ayudan a la recuperación de suelos degradados. En tal sentido Contreras, Martínez, Cadena & Falla. (2020) encontraron en su estudio de evaluación del carbono acumulado en sistemas silvopastoriles en el caribe colombiano que existe una diferencia entre el margen de carbono en el suelo en sistemas tradicionales sin arboles 38,3 t/ha y con sistemas silvopastoriles que oscilo entre 60,6 y 65,1 t/ha esto representa una acumulación de carbono adicional entre 58,2 y 69,9% superior en los sistemas silvopastoriles, comparada con el sistema tradicional de producción ganadera, demostrando una vez más el beneficio de un sistema y el otro. Los sistemas silvopastoriles son un uso más eficiente del suelo y una contribución de la captura de CO<sub>2</sub> en los contextos ganaderos. Las especies arbustivas incluidas fueron leucaena (*Leucaena leucocephalla*) y totumo (*Crescentia cujete*). Las especies arbóreas forrajeras fueron guácimo (*Guazuma ulmifolia*), cañafístula (*Cassia fistula*) y samán (*Albizia saman*) y las especies arbóreas ceiba tolúa (*Pachira quinata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*).

Teniendo en cuenta las diferentes apreciaciones expuestas en el ítem precedente se describen en el siguiente aparte especies que pudieran instalarse de manera estratégica en los sistemas agroforestales de los trópicos bajos, siendo este un resultado del presente estudio.

### **Reflexión de la importancia de la forestería en la conservación y estabilidad de los ecosistemas**

Según la Gaceta ecológica de México en el afán de satisfacer las necesidades de agua, alimentos, materiales de construcción, combustibles y fibras se ha cambiado; el 25% del planeta a cultivos; 25% del agua que fluye en los ríos, se ha destruido o degradado 40% de los arrecifes coralinos y 35% de los manglares no existen hoy; se ha contribuido a que los contenidos de nitrógeno en ríos y mares se dupliquen y los de fósforo se tripliquen, la concentración de CO<sub>2</sub> en

la atmósfera por la industrialización viene aumentando de manera insostenible, ocasionando el calentamiento global, todo ello hace que los sistemas sostenibles de producción como la agroforestería sean la forma viable de implementar la producción, teniendo dos posibilidades, proteger los suelos de una parte y de otra recuperarlos, siendo estos sistemas productivos sostenibles en temas ambientales, económicos y de soberanía alimentaria, para las comunidades rurales.

De otra parte, el calentamiento global es un fenómeno que afecta de manera directa y fuerte las comunidades de tierras cálidas, esta afectación se da en dos sentidos, las precipitaciones fuertes magnifican el poder erosivo del agua y las avalanchas en sus territorios y el brillo solar ocasiona altas temperaturas y afectando en algunas ocasiones sus cosechas, los ganados y en general todos los sistemas productivos; por lo que el sombrero moderado y la implementación de árboles con especies apropiadas para los diferentes espacios de los sistemas productivos y bosques en áreas estratégicas de los predios generan condiciones apropiadas y sostenibles en los sistemas productivos bajando la tasa de agotamiento de los suelos y contribuyendo a la renovación de estos; por lo anteriormente expuesto se ve la agroforestería como una alternativa que permite generar acciones de adaptación al cambio climático, siempre teniendo en cuenta que las especies con las que se construyan y o mezclen en los sistemas se apropiadas, no generen competencia porque se les haya dado el espacio necesario a cada individuo por una parte y por otra se tenga clara la función de cada una en términos de protección , madera, leña, forraje, sombrero o servicios múltiples como es el caso de aquellas de mayor aptitud.

## **Especies Forestales del Trópico Bajo colombiano – Herbario Digital**

Siendo consecuente con las evidencias bibliográficas estudiadas; se realizó selección de 17 especies forestales relevantes en el clima cálido colombiano donde se identifican tres referentes – origen, características y atributos e imagen correspondiente. Esto con el propósito de consultas que orienten y den referentes en los sistemas agroforestales.

### ***Acacia Mangium (Acacia mangium).***

*Origen:* *Origen:* Es una especie nativa del noreste de Australia, Papúa Nueva Guinea y las islas Molucas al este de Indonesia.

*Características:* Es una de las especies forestales más cultivadas en el país en general. Según Useche & Azuero (2013), Ladrach (2010) *A. mangium* es una de las especies más utilizadas en el mundo para producción de pulpa, junto con varias especies e híbridos clonales de *Eucalyptus* spp. Y *Pinus* spp.

Useche & Azuero (2013) La describen: “Es un árbol de rápido crecimiento y puede alcanzar hasta los 30 metros en su relativamente corta vida (30 – 50 años) y diámetros que raramente exceden los 50 cm. El fuste es generalmente recto; la copa es redonda si el árbol está aislado, y columnar en plantaciones cerradas. Las ramas de la parte inferior se caen naturalmente después de cierta edad (en el Bajo Cauca se ha observado este fenómeno a una edad tardía, cuando el dosel está completamente cerrado). Un rasgo sobresaliente del mangium es su follaje. Su corteza es rugosa y estriada de color gris o pardo.”

*Atributos:* La *Acacia mangium* es una de las especies más utilizadas en los sistemas silvopastoriles por su alto crecimiento y desarrollo. Andrade, Ibrahim, Jiménez, Finegan & Kass (2000), Evaluaron el efecto de dos especies arbóreas (*Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta*)

sobre la productividad y eficiencia del uso de radiación (EUR) en tres gramíneas (*Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* y *Panicum maximum*) en Guápiles, provincia de Limón, Costa Rica. Los resultados indicaron que con la asociación de *Acacia mangium* la eficiencia del uso de radiación (EUR) fue mayor.

**Foto 1. Árboles de Acacia (*Acacia Mangium*) en Cerca Viva**



**Descripción:**

Sistemas silvopastoriles ssp como alternativa sostenible para la ganadería bovina colombiana Sánchez (1995).

Sossa, Barragán, Lopera, Rodríguez, Bothía, Galindo & Murgueitio. (2019) Alimento en bovinos.

Fuente: Useche&Azuelo. (2013)

**Caoba (*Swietenia macrophylla King*)**

La caoba es una madera comercialmente extinta según un informe publicado por la revista de la sociedad para la preservación de la fauna y la flora y se sugiere el control del comercio de estas especies por medio de la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas Gorbitz, 1983.

Por varios años esta madera ha sido sometida a aprovechamiento intensivo, eso ha generado que se establezcan plantaciones para satisfacer la fuerte demanda de la industria maderera.

*Características:* este árbol puede llegar a los 50 metros de altura en su edad adulta y lograr hasta 3 metros de diámetro. (Brown et al.2003) De copa amplia y abierta con ramas insertadas en la parte alta del fuste, el cual es recto y cilíndrico, sus hojas miden hasta 30 cm. De

largo. De color verde oscuro, compuestas, parapinnadas alternas, helicoidales. Poseen flores entre blanco y verde, están dispuestas en inflorescencias terminales en forma de panículas.

Hermafroditas. Los frutos miden hasta 22 cm. De largo son capsulas alargadas que abren por si solas de abajo hacia arriba, cada una contiene entre 45 a 70 semillas que miden 9 cm de largo y su porcentaje de germinación esta entre el 80% y 95 %.

Las plantas alcanzan alturas adecuadas para plantación (30 cm aproximadamente) en 5 a 12 meses. No debe establecerse en plantaciones puras sino combinadas con otras especies de crecimiento rápido.

Durabilidad natural: La resistencia del duramen a la pudrición es alta, la resistencia a la pudrición blanda varía desde moderadamente alta y muy alta, con respecto a la pudrición marrón, la resistencia es muy alta, sin embargo, no es resistente a los ataques de los perforadores marinos.

Usos: Ebanistería de lujo, instrumentos musicales (piano), Astillero (botes, barcos) en industria de navegación, decoración de interiores, escultura, tallado, torno, arcos, molduras, modelado, palillos, lápices. Es fácil de trabajar con herramientas manuales y con maquinaria para carpintería.

**Foto 2. Caoba *Swietenia macrophylla***



Dentro de las especies americanas registradas en el apéndice II, se encuentra el Caoba (*Swietenia macrophylla*).

Fuente: <https://laverdadnoticias.com/ecologia/Caoba-el-arbol-de-madera-fina--20190615-0098.html>

### **Árbol del pan (*Artocarpus altilis*).**

*Origen:* Duarte (1998), Lo describe como un árbol frondoso originario de Indonesia y Polinesia en donde se extendió por todas las regiones tropicales del mundo fue introducido a América tropical primero en las Antillas francesas y más tarde Jamaica durante la famosa expedición de BOUNTY a finales del siglo XXVIII.

El mismo autor manifiesta que hay dos variedades en una la fruta tiene semillas y en la otra el fruto carece de ellas y sólo se compone de una masa suave y blancuzca; el árbol del pan con semillas tiene pequeños aletones en la base del tronco y alcanza a 18 metros de altura y el árbol del pan sin semilla sólo alcanza a 14 metros de altura.

*Características:* Las hojas del árbol del pan son estípulas de 10-25 cm de largo, verdes; pecíolo grueso, de 2.5-6.5 cm de largo, pubérulo; lámina elíptica a obovada en contorno, de 25-75 x 20-40 cm, acuminada en el ápice, aguda a cuneada en la base, pinnatipartida (los lobos acuminados), subcoriácea, escabroso-pubérula a vellosa sobre los nervios en ambas superficies, verde oscuro y lustrosa en la haz, verde pálido en el envés, con los nervios principales gruesos, amarillos, prominentes en el envés.

*Atributos:* Arroyo, Guardia& Flórez. (2007), Encontraron en un estudio de Caracterización bromatológica de materias primas y subproductos en el municipio de Quibdó, Chocó; que en el árbol del pan la proteína estaba alrededor de 5.4%, fósforo 0.2, calcio 0.08, cenizas 3.6, fibra cruda 17.3, fibra detergente ácido (FDA) 21.7 fibra detergente neutro (FDN) 71.0, materia seca (MS) 95.1 y Lignina 7.2.

**Foto 3 Árbol del Pan (*Artocarpus altilis*)**



Estos valores demuestran que sus componentes nutricionales son altamente útiles tanto para la nutrición y alimentación humana y animal.

Fuente: <https://www.bioenciclopedia.com/arbol-del-pan/>

**Cámbulo *Erythrina poeppigiana* (Walp.) Cook y *Erythrina fusca* Lour.**

*Origen:* El género *Erythrina* comprende 115 especies distribuidas especialmente en las zonas tropicales en todo el planeta. De las cuales Kopsell (2001) reportó 13 especies para Colombia. Constituidas por árboles leguminosas ubicadas en diferentes zonas agroecológicas (entre 0 y 3600 m.s.n.m.). El crecimiento y desarrollo de las especies de este género es rápido y su reproducción tanto por semilla como asexual facilitan el manejo y su preservación.

Según Farfán (2010) su distribución geográfica se ubica entre En Centro y Sur América y las Antillas son de las especies más plantadas como sombrío del café y cacao; en estos sistemas hay evidencia de una mejora de la fertilidad del suelo, siendo uno de sus principales atributos la producción de abono verde y cobertura vegetal muerta. Además, estos árboles tienen la capacidad para fija nitrógeno a través de la cantidad de hojarasca producida (4,1% a 4,9%), de aquí el valor de la especie para conservar y mejorar el suelo y contribuir a rendimientos elevados y sostenibles de los cultivos asociados. Como atributos adicionales, son valorados en zonas cafeteras como especies ornamentales, por su abundante y llamativa floración, y en otros casos como fuentes de alimento.



*Características:* El nombre del género *Erythrina* viene del griego Erythros = rojo, por el color de sus flores, incluye más de 115 especies tropicales de árboles, arbustos, hierbas y bejucos, las cuales generalmente, presentan espinas en las ramas jóvenes y pecíolos. Son especies de gran importancia en sistemas agroforestales, en particular para combinar con cultivos perennes como el café, también es común emplearlas en sistemas agrosilvícolas, silvopastoriles, agrosilvopastoriles, en cercas y barreras vivas Farfán & Sánchez (2016), Citando a Russo 1981 & Russo 1983.

En Colombia se encuentra en las zonas cálidas y templadas de ambientes secos y húmedos. Es una especie pionera, se encuentra en los márgenes exteriores de los pantanos en los sitios que no están permanentemente inundados. Se desarrolla bien en tierras bajas tropicales húmedas y subhúmedas, como los bosques ribereños y de tierras altas del Amazonas y las cuencas del Orinoco, pero los árboles cultivados y naturalizados se encuentran ahora en altitudes hasta de 2.000 m. Farfán (2016), Citando a Cordero (2003) Y Toral (1999).

*Atributos:* Este género pertenece a la familia Fabaceae del orden Leguminosas y comprende unas 115 especies arbóreas distribuidas en las regiones tropicales del mundo. En Colombia se conocen las especies *E. fusca*, *E. poeppigiana*, *E. ulei*, *E. amazónica*, *E. velutina*, *E. berteriana*, *E. rubrinervia*, *E. cochleata*, *E. smithiana*, *E. edulis* y *E. panamensis*. Barrera (1994), (no está referenciado, favor generarla en la bibliografía) Farfán (2016), resalta las bondades de este árbol como sombra en cultivos de café toda vez que tiene los siguientes atributos:

- Nodulan abundantemente con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Bradyrhizobium*
- Las hojas verdes de *Erythrina sp.* contienen 4,1% a 4,9% de nitrógeno, lo que hace que sea una excelente especie para la producción de abono verde.
- La producción de residuos ricos en nitrógeno es abundante, y el suministro de nitrógeno en

la hojarasca supera varias veces la exportación de nitrógeno en las cosechas.

- Son especies de gran importancia en sistemas agroforestales, en particular para combinar con cultivos perennes como el café, también es común emplearlas en sistemas agro silvícolas, silvopastoriles, agrosilvopastoriles, en cercas y barreras vivas.

**Foto 4. *Erythrina Fusca* en Sombrío de Café.**



Las flores de *Eythrina sp.* Son abiertas por pájaros para tomar néctar de ellas, sucediéndolos en esta tarea abejas y colibríes.

Fuente: Farfán et al 2016

### **Canavalia (*Canavalia Ensiformis*).**

*Origen:* Promega, (2008) explica que *C. ensiformis* pertenece a la familia botánica de las Fabáceas, mientras otra clasificación las incluye entre las leguminosas, puede vivir por dos años a más, es nativa de América, reporta usos en la India occidental, Panamá, Guyana, Brasil y Perú.

*Características:* Esta especie se comporta y desarrolla satisfactoriamente en zonas ubicadas hasta los 1700 msnm entre los 15 y 30 0C, se adapta bien en suelos fértiles como en suelos pobres de nutrientes. Es tolerante a la sequía y a la sombra, pero no a las condiciones excesivas de humedad, lo cual la hacen más adecuada para las zonas secas; utilizada como abono verde, cobertura, control de erosión, corte y acarreo, pastoreo, heno y ensilaje lo que permite ser utilizada en sistemas agroforestales para mejoramiento de las propiedades del suelo. Esta especie

puede sembrarse entre los cero y los 1.800 msnm, bien sea bajo la sombra de otras especies (como maderables) o en directa exposición al sol; como cultivo único de un lote, donde pueden sembrarse hasta 30.000 plantas por hectárea.

*Atributos:* La *Canavalia ensiformis* puede ser utilizada en los sistemas agroforestales como abono verde que es una práctica que se ha incorporado en muchos sistemas de producción ya que aporta nitrógeno al sistema, activa la biología del suelo, aporta carbono atmosférico entre otros muchos aspectos; es una planta que mide hasta dos metros de altura, cuenta con una raíz profunda y como frutos ofrece vainas de unos 30 centímetros de largas, que llevan en su interior hasta 30 fríjoles de color blanco marfil. El frijol *Canavalia* tolera los suelos alcalinos, los ácidos, los salinos, los altamente húmedos y los de baja fertilidad, pero no los que tienen altos contenidos de aluminio (como los de los Llanos Orientales).

Es una realidad que cada día se incrementan los precios de los fertilizantes químicos y al aumentarse; la escasez de insumos para la fertilización de los cultivos es menor. A lo anterior se suma que los fertilizantes químicos con el tiempo producen una contaminación ambiental del suelo y sumado a ello una alta degradación en su contenido de materia orgánica. Esto ha conducido a una disminución de los rendimientos agrícolas y desde luego Colombia no está ajena a este fenómeno; por lo tanto, incluir el uso de la *Canavalia* en los sistemas agroforestales permite mejorar todas estas condiciones, en los lotes de cultivo el frijol *Canavalia* (por tratarse de una leguminosa) mejora la fertilidad de los suelos, pues les fija nitrógeno; igualmente, puede utilizarse en programas de rotación, es decir, se siembra, se espera a que produzca y, posteriormente se corta en su totalidad y se deja como cobertura de suelos.

Los campesinos del Magdalena Medio utilizan el frijol *Canavalia* (*Canavalia ensiformis*) para combatir la hormiga arriera, defolia cultivos y los destruye totalmente.

**Foto 5. *Canavalia ensiformis***



Puede convertirse en el cultivo del futuro ya que sus porcentajes de germinación son altos y produce gran cantidad de follaje que genera una alta cobertura y este puede aprovecharse para el control de plagas y malezas.

Fuente: el autor, 2019

### **Matarratón (*Gliricidia sepium*)**

*Origen:* El matarratón (*Gliricidia sepium*), familia Fabaceae, Originario de Centro y Sur América es una especie utilizada en los sistemas silvopastoriles por su alta conexión con la producción de biomasa comestible y de alta calidad nutricional, se recupera de podas y es una práctica sustentable para incrementar la productividad animal y contribuye a disminuir los costos de producción, especie utilizada en Silvopastoriles.

*Características:* Cardozo (2013), la describe como un arbusto que puede llegar más o menos hasta una altura de 12 metros sus ramas son largas, arqueadas, frondosas, cilíndricas y plumosas, con un diámetro basal que oscila de 40 a 70 centímetros de diámetro, las hojas son opuestas decusadas, compuestas imparipinadas y glabras, de color verde brillante en su juventud.

Crece desde el nivel del mar hasta los 1600 m de altitud, en una amplia variedad de suelos incluyendo los ácidos con PH de 5 a 7, y erosionados, con buen crecimiento tanto en suelos livianos como en los profundos. Para su mejor crecimiento requiere temperaturas ambientales entre 22°C y 30o C, con 800 a 2300 mm de precipitación y alturas desde 0-1660msnm. (Hurtado, 2012). Sus raíces son nitrificantes fijadoras de nitrógeno.

*Atributos:* Según CORPOICA, (2010) En los sistemas silvopastoriles se utiliza para ramoneo y forraje, tiene de 15-30% proteína bruta/kg, posee además la mayoría de aminoácidos y vitaminas esenciales, en bovinos se suministra como suplemento, combinando gramíneas y forrajeras en niveles cercanos al 15% es, además, barrera corta viento, melífera, leña, fijadora de nitrógeno.

**Foto 6. matarratón (*Gliricidia sepium*)**



Se presenta en bancos de forraje en bancos mixtos – cercas vivas – nutrición animal Argüello (2019). Captura de carbono – asociación con cultivos de Cacao. Salvador (2019)

Fuente: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/229>

**Samán (*Samanea saman/Pithecellobium saman*).**

*Origen:* Nativo de América y pertenece a la familia Fabaceae. Se conoce comúnmente como samán, carreto, cenicero, algarrobo, árbol de lluvia, campano, samaguare, bonarambaza, carabeli o dormilón; árbol nativo de América. Se distribuye desde México hasta Paraguay. Asimismo, el samán es una especie que ha sido introducida en muchos países tropicales debido a su uso como árbol ornamental. Arenas (2019)

*Características:* Según Arenas (2019) crece desde el nivel del mar hasta los 1.000 m, en sitios con climas secos o húmedos y con precipitaciones entre 800 a 2.500 mm al año. La temperatura en estos lugares es entre 20 y 35 °C, y puede tolerar hasta seis meses de sequía. Este árbol mide entre 20 y 30 m de altura, su diámetro alcanza los 2 m y su copa tiene forma de paraguas, lo cual proporciona una característica muy reconocible por la sombra amplia que ofrece este árbol, es un árbol de gran envergadura en áreas abiertas. Su tasa de crecimiento es de

0,75 m a 1,5 m por año, lo que se considera relativamente rápida. Su requerimiento de luz es bastante alto, pues es una especie heliotrópica. Presenta un follaje de tono verde brillante, hojas alternas, compuestas, bipinnadas (2 – 6 pares), miden de 12 a 35 cm de largo por 14 a 32 cm de ancho. El pecíolo mide de 15 a 40 cm. Las hojas poseen en la base del pecíolo un pulvínulo, el cual hace que las hojas se cierren durante la noche. Durante el período de sequía, los árboles se comportan como semicaducifolios, por lo que pierden sus hojas por un corto tiempo. Cuando este período finaliza, el árbol recupera su follaje rápidamente y da la apariencia de una especie siempre verde.

*Atributos:* Su madera es muy utilizada y valorada. Se usa para carpintería fina, en la elaboración de gabinetes, chapas de decoración, muebles de lujo, madera aserrada, canoas y postes; tiene algunas propiedades medicinales como antiinflamatoria, antipirética, antimalárica, anticancerígena, para el alivio del dolor de garganta, astringente, entre otras. Sus frutos poseen actividad antibacteriana contra microorganismos patógenos de seres humanos.

De igual forma, el samán es muy útil como ornamental, para dar sombra a cultivos como el café o el cacao, sirve como forrajera y contribuye al enriquecimiento de nitrógeno en el suelo.

**Foto 7. Samán (*Samanea saman*).**



Sistemas silvopastoriles (Montagnini et al. 2015).

Usos: Industria de la madera (puertas, camas, mesas y muebles), sombra.

Fuente: Autor, 2020

**Ocobo (*Tabebuia rosea*).**

*Origen:* Originaria de los bosques húmedos desde México y las Antillas hasta el Ecuador.

Se distribuye desde 2° latitud Sur a 20° de latitud Norte, desde México meridional hasta Venezuela y Ecuador, incluso en las Antillas Orientales. No existe en masas puras y se le encuentra asociada con una diversidad de especies. En otros casos, se le encuentra de manera aislada y esporádica, esto es cuando se le deja en terrenos de vocación ganadera y se emplea para la sombra del ganado. Pereira-Jiménez y Mora-Vega, 2018

*Características:* Es una especie arbórea caducifolia que permite la caída de hojas de marzo a junio (temporada seca), alcanza alturas de 15m, con tronco recto, a veces ligeramente acanalado, con diámetros que llegan a alcanzar hasta 1 m. Caducifolia, la cual presenta hojas decusadas, digito compuestas, de 10 a 35 cm de largo, incluyendo el pecíolo y de 8 a 12 cm de ancho, cada hoja se divide en 5 folíolos.

*Atributos:* Penagos *et al* 2008. Mencionan entre sus principales usos y/o beneficios que pueden sembrarse en asociaciones agroforestales silvopastoriles o en plantaciones homogéneas para estas últimas se recomienda una distancia de 3 metros entre calles y 3 metros entre plantas 1100 árboles por hectárea.

Se emplea para sombrero de cafetales y cacao esta práctica se observa con frecuencia en sitios con periodos secos prolongados dónde es necesario el sombrero para establecer El cafetal. Es ampliamente utilizado en asocio con ganado en los departamentos de la costa Caribe colombiana donde además del componente forestal hay un mejoramiento en la calidad de suelos y recuperación de las áreas degradadas.

Es de Gran valor para la producción de miel ornamental por su llamativa floración también es recuperador de suelos degradados y como Barrera rompe vientos.



**Foto 8. Ocobo (*Tabebuia rosea*Bertol)).**



Sombrío en espacios rurales y urbanos (Penagos *et al* 2008).

Fuente: autor, 2019

### ***Leucaena (Leucaena leucocephala)***

*Origen:* La especie *Leucaena leucocephala* es originaria de la península de Yucatán (México) y se dispersó en forma natural hacia el sur hasta colonizar (no invadir) la mayor parte de Centroamérica. Es muy probable que este árbol hubiera continuado su migración hacia el Caribe y el interior de Colombia en un proceso natural pero mucho más lento que el impulsado por los intereses humanos.

*Características:* Árbol perenne de 3 a 10 m de alto, raíz pivotante, algunas variedades maderables alcanzan 20 m, hojas compuestas bipinnadas de 20 a 40 folíolos lanceolados de 7 a 12 mm, color verde oscuro, flores axilares en forma de cabezuelas compuestas de color blanco amarillento, vaina casi aplanada que contiene de 4 a 6 semilla color café oscuro. Presenta autopolinización, producción abundante de semilla con alto porcentaje de dormancia los primeros 3 meses, semilla aplanada, dura y color café. STDF 2013.

*Atributos:* Es una herramienta fundamental para mejorar la sostenibilidad del sistema y reducir la dependencia de este frente a los insumos externos, Banco de proteína, leña, abono



verde, sistemas agroforestales, concentrado para aves, cerdos, bovinos, pastoreo, barreras vivas, cercas vivas, rompevientos y ensilaje. Proteína Cruda 12% - 25% y Digestibilidad 65% - 85%. STDF 2013.

**Foto 9. Leucaena (*Leucaena leucocephala*)**



Arbusto propicio para los sistemas silvopastoriles Sossa Barragán, Lopera, Rodríguez, Bothía, Galindo & Murgueitio, (2019).

Fuente: autor, 2019

**Guamo (*Inga sp.*)**

*Origen:* Esta especie es originarias de la Amazonía y se distribuye desde los 26 grados Sur en Brasil y Ecuador hasta los 10 grados Norte en Honduras, en América central, cubriendo a Bolivia, Perú y Colombia, en Sudamérica. Las condiciones ambientales adaptativas son: distribución altitudinal entre 0 a 1800 m sobre el nivel del mar, precipitación anual de 800 a 1200 mm, puede tolerar sequías cortas, aunque por lo general, en su área de distribución natural llueve todos los meses. La temperatura óptima para su desarrollo está entre 20 y 26 grados centígrados Farfán et al (2013)

*Características:* Es un árbol de copa densa, ancha, aparasolada y ramificada. Alcanza alturas hasta de 30 metros, con diámetros a la altura del pecho (DAP) de 30 a 60 cm. El tallo es recto y cilíndrico, la corteza marrón claro y posee escamas en forma de lentejas, dispuestas en hileras que se aglomeran en la base del tallo. Las hojas son compuestas, en pares de hojas de 15 a

25 cm de longitud y 4 a 6 pares de foliolos opuestos, oblongos y lanceoladas, con ápice agudo, base obtusa, has lisa y verde oscura, y envés pubescente y amarillento. Farfán et al (2013)

*Atributos:* Se utiliza como sombra en sistemas agroforestales donde lo hacen simultáneamente con la siembra del café, también como arborización de fincas con estrategias como áreas protectoras o bosques donde se siembran 70 árboles a 6 metros por 6 metros en 2500 metros cuadrados, plantaciones en linderos utilizando 400 m lineales se pueden sembrar 70 árboles a 5.7 m entre ellos, franjas o barreras dobles, barreras rompevientos, cultivo en callejones. Farfán et al (2013)

#### Foto 10 Guamo (*Inga sp.*)



Farfán&Baute (2010). Sombrío para el cultivo de café Herrera, Palma, Ordoñez & Zúñiga (1997). Montoya, Baca & Bonilla. (2017).

Fuente: autor, 2020

#### Nogal Cafetero (*Cordia alliodora*)

*Origen:* El nogal cafetero es una especie abundante en la vegetación secundaria de selvas perennifolias, nativa de la región comprendida entre los 25° de latitud norte, a lo largo de la costa oeste de México, hasta los 25° de latitud sur en Misiones Argentina. Farfán et al (2003)

*Características:* Árbol de tamaño mediano a grande, que alcanza alturas superiores a los 30 metros, fuste de 50 a 60 cm de diámetro, recto y limpio de ramas en un 60 a 70%. La copa es estrecha y subpiramidal, con ramificaciones por pisos, que se van secando a medida que aumenta

la altura. En Colombia, El nogal se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1900 m, en climas húmedos y muy húmedos y con temperaturas entre 18 y 25 grados. Farfán et al (2003)

*Atributos:* Es muy pertinente para los sistemas agroforestales por tener una copa estrecha, rápido crecimiento, HOLA natural y producir madera de calidad para la industria del mueble y la ebanistería. En los arreglos agroforestales permanentes, como en el caso de la asociación con el café o el cacao. Farfán et al (2003).

**Foto 11 Nogal cafetero (*Cordia alliodora*)**



Sombrío para plantaciones de Cacao (*Theobroma cacao* L)-Plátano (*Musa paradisiaca*). Aristizábal, Guerra, Gutiérrez, Romero, Loewe, González & Estrada, (2002)

Fuente: Autor, 2020

**Totumo (*Crescentia cujete*).**

*Origen:* tiene como nombre científico *Crescentia* y la especie que se estudió fue *cujete*; éste se reproduce de manera silvestre en centro América y Suramérica. Flórez (2012)

*Características:* Se reproduce por semilla y esquejes, llega a tener una altura de ocho metros, un diámetro de 25 centímetros, una producción máxima a partir del octavo año de 27 kilogramos fruto por árbol / año; el fruto demora en el árbol de 5 a 7 meses antes de caer, es resistente a la sequía y a pesar de su buen contenido de proteína y carbohidratos, actualmente no se aprovecha (Zamora et al 2020).

*Atributos:* se asocian con gramíneas en los potreros lo que plantea una alternativa de sostenibilidad y sustentabilidad de los sistemas de producción animal, al facilitar la eficiencia en

el uso de los recursos disponibles en el trópico bajo; una de las mayores ventajas de los árboles forrajeros está en constituirse como fuente alimenticia para los vacunos. Como materia prima disponible para ensilar antes debe macerarse o picarse como acondicionamiento inicial.

**Foto 12 Totumo (*Crescentia cujete*).**



Tiene propiedades medicas Espitia, Duran, Fandiño, Díaz, & Gómez (2011), su fruto se puede ensilar para suministro a bovinos Flórez (2012).

Fuente: Autor, 2020

**Jamaica (*Hibiscus. cannabinus*).**

*Origen:* La cayena (*Hibiscus rosa-sinensis* Lineo.: Malvaceae) es planta ornamental cuyo origen ha sido ubicado en Asia oriental. Popularmente también se le conoce como Rosa cayena, Rosa de China, Rosa de Sarón, Hibisco, Flor del Beso y con otros términos menos comunes como Cucarda, Capuchina, Jaramillo, Gumamela, Papo, Tulipán y Sangre de Cristo. Cedeño *et al* (2019).

*Características:* Esta planta florece durante todo el año y su aspecto más llamativo es la formación de una vistosa flor roja con forma de trompeta y pétalos simples que no tiene aroma, pero a la cual se le atribuyen propiedades de reconocida utilidad médica y estética. La cayena se ha convertido en una de las plantas ornamentales más comunes del planeta. Esto debido a que es fácil de propagar, retoña y crece rápidamente, tiene cierto grado de resistencia a plagas y enfermedades y no requiere de cuidados especiales (Cazabonne, 2008).

*Atributos:* Se utiliza con fines ornamentales o como cerca viva para delimitar terrenos y

cultivos. Como forrajera por contar con niveles de proteína superiores al 20%. Roa et al (1998).

**Foto 13 (*Hibiscus. cannabinus*).**



Actividad antioxidante y antibacteriana Pabón, Vanegas, Rendón, Santos & Hernández (2013)

Fuente: Autor, 2020

### **Guácimo (*Guazuma ulmifolia*).**

*Origen:* Es nativo de América y se adapta a altitudes de 0 a 1500 msnm (CATIE, 1991).

El guácimo es un árbol de la familia Sterculiaceae.

*Características:* Alcanza alturas entre 6 y 25 m, y DAP de 15 a 70 cm. Su copa es extendida, irregular, dispersa, con ramas arqueadas. El guácimo pierde las hojas después de una sequía prolongada. Las hojas son simples, alternas ovaladas a lanceoladas. Flores pequeñas y amarillentas que se agrupan en panículas, los frutos son capsulas verrugosas redondas a elípticas de hasta 2.5 cm, negras cuando maduras, con numerosas semillas pequeñas y duras (Zapata 2010).

*Atributos:* Giraldo (1998) reporta que el guácimo se usa para leña y fabricación de carbón; su madera se emplea para postes en cercas, construcciones rurales, elaboración de muebles y cajas de embalaje; los rebrotes se utilizan como varas tutoras o de sostén de cultivos agrícolas; mientras que las hojas y frutos son palatables y comestibles para el ganado.



**Foto 14 Guácimo (*Guazuma ulmifolia*).**

Eficiente en captura de carbono Carvajal & Andrade (2020). Frutos y forrajes, sombra en sistemas silvopastoriles Sánchez (2020).

Fuente: Autor, 2020

**Melina (*Gmelina arborea*).**

*Origen:* La *Gmelina arborea* es nativa de India, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, sur de China, Laos, Camboya y Sumatra en Indonesia y es una importante fuente maderera en las regiones tropicales y subtropicales de Asia. Rodríguez et al (2004).

*Características:* es una especie de rápido crecimiento, oportunista en los bosques húmedos y se clasifica como una pionera de vida larga. Su capacidad de rebrote es excelente y los brotes presentan un crecimiento rápido y vigoroso. Es caducifolia, en las zonas secas, puede llegar a medir 30 m de altura y presentar más de 80 cm de diámetro. Rodríguez et al (2004).

*Atributos:* La melina se ha implementado en sistemas agroforestales, cercas vivas, cortinas rompe vientos, barreras protectoras o como especie ornamental. Aparicio & Abril (2016). Postes para potreros forraje, medicinal. Azuero & Useche. (2013).

**Foto 15 Melina (*Gmelina arborea*).**



Alto potencial en Sistemas Silvopastoriles Arenas (2019). Sombrío y captura de carbono-asociación Cacao y Madera Salvador, Cámara, Aparicio & Abril (2016)

Fuente: autor, 2020

### **Café (*Coffea arábica* L).**

*Origen:* Se conoce que este fruto tiene su origen de manera silvestre en el altiplano de Etiopía, provincia de Kaffa citado por Cabezas (2020).

*Características:* Según Zamora (2020) En la literatura científica se han descrito numerosas variedades botánicas y hortícolas de Café. Arábica. Estas especies posee dos variedades botánicas que son: *Coffea arábica* var. Arábica y *Coffea arábica* variedad bourbon. De estas dos especies se han producido numerosas mutaciones y existen además un gran número de cultivares. La primera es la más común de las dos, habiendo sido introducida al cultivo por los holandeses en el Lejano Oriente. Fue llevada a la Martinica por los franceses y posteriormente a Brasil, donde aún es la variedad más ampliamente, cultivada.

*Atributos:* Es uno de los productos más importantes para países en desarrollo de África, Asia y América Latina, por su contribución económica, social y ambiental. Se calcula que la producción mundial de café, entre el 2013 y 2014, fue de 146,8 millones de sacos y América del Sur contribuyó con el 46%. Andrade & Arango (2020). Colombia ocupa el tercer lugar, como productor y principal cultivador de café arábico lavado por lo tanto es muy relevante en la

economía nacional. Bermúdez (2019).

**Foto 16 café (*Coffea arábica*)**



Producto primario en el comercio mundial Jurado, Estrada, & Possú. (2019). Servicios ecosistémicos percibidos por las comunidades – Servicios ecosistémicos de provisión – Regulación de soporte – culturales Arango, Dossman, Muñoz, Bueno, Arias, Camargo & Maya. (2020)

Fuente: Autor, 2020

**Cacao (*Theobroma cacao* L).**

*Origen:* El cacao es un árbol silvestre donde su origen es en la cuenca del Amazonas, en Sudamérica, no constaba si llegó a México en su estado silvestre. El cacao si fue consumido en Mesoamérica por la cual fue apreciado en todo el mundo. Ángelo (2020).

*Características:* Afirma que el cacao tiene forma de árbol o arbusto con una medida de 12 cm a 20 cm de altura y en la actualidad se lo mantiene de 4 m a 8 m. Su tallo joven se lo llama glabro o parcial pubescente, su corteza es de color gris, café oscuro. Sus ramas son de color café y veloso. Las hojas son redondeadas, peciolo tiene de 14 cm a 17 cm de largo. El ovario es de 2 cm a 3 cm de largo de forma pentagonal o pentámera. Su fruto tiene la forma de una baya grande, es decir: una mazorca, polimorfa, esférico a fusiforme, de color purpura o amarillo en la madurez Leiva et al (2019) citando a (Luebert, 2012).

*Atributos:* En Colombia, alrededor de 38 mil familias dependen de manera directa del cultivo del cacaotero, establecido en una superficie de 172 mil ha, con una producción para el año 2016 de 56,785 t. Leiva et al (2019) citando a (Muller y Valle, 2012)



**Foto 17 cacao (*Theobroma cacao L*)**



En Colombia, la cadena productiva del cacao está conformada por aproximadamente 35000 familias en diferentes regiones del País. Tabares, Ortiz, Tabares, Bautista, & Vargas. (2020).

Debido al papel tan importante que tiene el sombrío en los cultivos de cacao, se pueden establecer dos tipos de sombra en el sistema, temporal y permanente Aguilar & Rincón. (2019)

Fuente: Autor, 2020

## Conclusiones

Es importante considerar que en agroforestería se impulsa una estrategia para ser eficiente en el uso del suelo obteniendo mayores beneficios económicos, ecológicos, de conservación y de estabilidad de los ecosistemas, adaptación y mitigación a cambio climático.

El herbario digital abarca especies forestales que deben ser promovidas para impulsar su uso en los sistemas de producción forestal en sus diferentes arreglos, teniendo en cuenta que en ellas hay gran potencial tanto alimenticio, sombra y conservación de especies que están en límites de desaparición por su alta tasa de extracción como lo es el caso de Abarco (*Cariniana pyriformis*), Caracolí (*Anacardium excelsum*, Caoba *Swietenia macrophylla*, árbol del pan (*Artocarpus altilis*) para alimentación humana y animal.

La agroforestería es una disciplina que contiene todos los elementos para integrar en los sistemas de producción porque en ella se desarrolla una verdadera ecología.

Con respecto a la hipótesis planteada es evidente que la elección del material forestal si es un sinónimo de éxito porque esto nos permite asociar especies con seguridad y más aun con referentes publicados sobre la materia.

La agroforestería en sus múltiples clasificaciones toma en cuenta los componentes que lo conforman y la distribución en el tiempo como sistemas agroforestales silvoagricolas sistemas silvopastoriles, pero de acuerdo al tiempo y el espacio se pueden clasificar en secuenciales simultáneos.

## Recomendaciones

Alrededor de la agroforestería se pueden incentivar modelos de reconversión en los cultivos (Agroforestal), ganaderías y cultivos (agrosilvopastoriles), entomológicos (Abejas - polinizadoras) y la conservación al incluir material forestal en peligro de extinción o en listas CITIES; promoviendo investigación en métodos de propagación y proyectos gubernamentales que busque incentivar la recuperación estas especies.

Promover en todas las actividades de producción el aliado indiscutible (material forestal) en diferentes arreglos para hacer más eficiente el uso del suelo y las interacciones eco-productivas.

En la actualidad y en la realidad hay múltiples proyectos encaminados a la implementación de estos sistemas en los campos productivos ya que lo que se busca es un uso potencial del suelo conservando su valor biológico y esto lo contiene precisamente los sistemas agroforestales.

## Referencias Bibliográficas

- Aguilar Bejarano, J. M., & Rincón Muñoz, G. P. (2019). Diseño y establecimiento de tres Sistemas agroforestales de Cacao (*Theobroma cacao* L.), Nogal (*Cordia gerascanthus* L.) y Paulonia (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.) En la Vereda Colorados, municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca.
- Andrade, H. J., & Arango, P. C. Z. (2020). Desempeño ecofisiológico de café (coffea arabica l.) cv. castillo a la sombra en san juan de rioseco, Colombia. *RIAA*, 11(1), 4.
- Andrade, H. J., Ibrahim, M., Jiménez, F., Finegan, B., & Kass, D. (2000). Dinámica productiva De sistemas silvopastoriles con Acacia mangium y Eucalyptus deglupta en el trópico húmedo. *Agrofor. Amer*, 7(26), 50-52.
- ANGELO, N. M. P. (2020). *Incidencia de sistemas agroforestales en el cultivo de cacao (theobroma cacao l.) Sobre las características hidro físicas del suelo* (doctoral dissertation, universidad agraria del ecuador).
- Aparicio Hernández, L. J., & Abril Forero, D. A. (2016). Calidad nutricional y producción de Forraje de melina Gmelina arbórea en bancos forrajeros en el piedemonte llanero.
- Arango, A. M. A., Dossman, M. Á., Muñoz, J., Bueno, L., Arias, J. J., Camargo, J. C., & Maya, J. M. (2020). Los servicios ecosistémicos desde la percepción de los productores de café de Belén de Umbría, Risaralda, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 11(2).
- Arenas Rubio, I. (2019). Evaluación de especies perennes para uso potencial en sistemas Agroforestales en el Caribe Colombiano.
- Aristizábal, J. H., Guerra, A. M., Gutiérrez, B. V., Romero, M. C., Loewe, M., González, O., ... & Estrada, A. (2002). Estimación de la tasa de fijación de carbono en el sistema agroforestal Nogal cafetero (*Cordia alliodora*)-Cacao (*Theobroma cacao* L)-Plátano (*Musa paradisíaca*). In *Agricultura Técnica (Chile)*. v. 38 (3) p. 98-102. (No. 634.97 I59). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bogotá (Colombia) Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá (Colombia).
- Arroyo, H. H. M., Guardia, M. M., & Flórez, J. A. B. (2007). Caracterización Bromatológica de materias primas y subproductos en el municipio de Quibdó, Chocó. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó Investigación Biodiversidad y Desarrollo*, 26(2).

<http://pwt.pe/caoba-swietenia-macrophylla-ficha-tecnica/>  
<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ef52b0011669.pdf>

- Azuero, S. A. & Useche, F. (2013). Yopo (*Anadenanthera peregrina*), acacia (*acacia Mangium wild*) y melina (*Gmelina arborea*) tres especies arbóreas propicias para los sistemas silvopastoriles en el piedemonte llanero. Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/1416>.
- Barrera Marín, N., & Vidal, L. A. (1994). Algunas Erythrina de uso común en el Valle del Cauca. [Some Erythrina species commonly used in the Cauca Valley Department]. In *I. Congreso Nacional sobre Biodiversidad. Santiago de Cali (Colombia). 4-7*.
- Bene, J.G; Beall, H.W; Cote, A. (1977). Tress, food and people: land management in tropics. Ottawa, Canadá IRDC.
- Bermudez Ballen, M. A. (2019). Cadena productiva del café en Colombia.
- Cabezas Vásconez, A. M. (2020). *Extracción de compuestos antioxidantes de la cascarilla de Café (coffea spp.)* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2020).
- Calle, Z., Murgueitio, E., Giraldo, C., Ospina, S. D., Zapata, A., Molina, C. H., ... & Reyes, K. (2011). La leucaena *Leucaena leucocephala* no se comporta como una planta invasora en Colombia. *Carta Fedegan*, 127, 70-87.
- Cardozo, J. V. (2013). El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes.
- Cazabonne, C. 2008. La cayena (*Hibiscus rosa-sinensis*). La jornada. [Consulta: 17-jun-2020].
- Cardona, D. A., & Sadeghian, S. (2013). *Beneficios del sombrío de guamo en suelos cafeteros*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Carvajal-Agudelo, B. N., Andrade, H. J. (2020). Captura de carbono en biomasa de sistemas De uso del suelo, municipio de Yopal, Casanare, Colombia. *Orinoquía*, 24(1), 13-22.
- Cedeño, L., Carrero, C., Arellano, R. R., Pacheco, R., Fernández, J. R., Vera, D. D., ... & Briceño, R. M. 2019. COMUNICACIONES ESPECIALIZADAS.
- Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). (2001). Módulos de enseñanza agroforestal. Turrialba, C.R.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1991. Guácimo, Guazuma. *Ulmifolia* Lam. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Contreras-Santos, J. L., Martínez-Atencia, J., Cadena-Torres, J., & Falla-Guzmán, C. K. (2020).

- Evaluación del carbono acumulado en suelo en sistemas silvopastoriles del Caribe colombiano. *Agronomía Costarricense*, 44(1), 29-41.
- Cordero, J.; Boshier, D. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. (2003) Turrialba: CATIE. P. 537.
- CORPOICA- PRONATA. (2003). Aplicación de conceptos agroforestales en procesos de recuperación de tierras degradadas y reorientación de su uso en áreas de colonización consolidada de la amazonia colombiana, estudio de caso: Proceso de recuperación de tierras degradadas y reorientación de su uso en una finca de Caquetá, Florencia, Colombia.
- Duarte, L. E. A. (1998). *Guía para el cultivo y aprovechamiento del árbol del pan: Artocarpus altilis (Park.) Fosberg* (Vol. 9). Convenio Andrés Bello.
- Espinosa, C. M. O., Salazar, J. C. S., Churio, J. O. R., & Mora, D. S. (2020). Los sistemas agroforestales y la incidencia sobre el estatus hídrico en árboles de cacao. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1).
- Espitia-Baena, J. E., Duran-Sandoval, H. D. R., Fandiño-Franky, J., Díaz-Castillo, F., Gómez-Estrada, H. A. (2011). Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* L.(totumo). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(4), 337-346.
- FEDECACAO (2018). "Federación Nacional de Cacaoteros. El cacaculotor es lo primero." Retrieved 01-07-2018, from <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-02-12-17-20-59/nacionales>.
- FNC (2014). Sostenibilidad en acción 2014. Online, Federación Nacional de Caficultores: 112. [https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/FNC\\_Informe\\_sostenibilidad\\_2014\\_Final.pdf](https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/FNC_Informe_sostenibilidad_2014_Final.pdf).
- FARFAN, F., Arias, J. J., & Riaño, N. M. (2003). Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café.
- Farfán, F., Sánchez, P. (2016). Densidad de siembra del café variedad Castillo en sistemas agroforestales en el departamento de Santander Colombia.
- Farfán, F., Baute, J., Menza, H., Sánchez, P. (2016). *Erythrina sp para sistemas agroforestales con café*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Farfán V., F., Baute, J. E. (2010) Efecto de la distribución espacial del sombrío de especies leguminosas sobre la producción de caf Cenicafe 61(1):35-45
- Farfán, F. (2012). Arboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café.

- FARFAN, F., Baute, J. E., Sánchez, P. M., & Menza, H. D. (2013). *Guamo santafereño en sistemas agroforestales con café*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Farrell, J. G., & Altieri, M. A. (1997). *Sistemas agroforestales. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. La Habana Cuba: Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo*.
- Flórez, E. (2012). Evaluación de pulpa de totumo (*Crescentia cujete* L) ensilada en dos estados de maduración como alternativa en alimentación bovina. *Temas Agrarios*, 17(1), 44-51.
- Gatica Ramírez, V. P., Perret, S., & Zúñiga, P. (2000). *Manual 27: La agroforestería en la pequeña propiedad del secano*. Infor.
- Giraldo V, L.A. 1998. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*.
- Grupo de trabajo STDF, 2013. Tomado de:  
[http://www.corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha\\_8.pdf](http://www.corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_8.pdf)
- Herrera, J. S., Palma, M. R., Ordoñez, M. A., & Zúñiga, M. (1997). Efecto de la aplicación de nitrógeno en la producción de café bajo sombra de *Inga* sp. In 6. *Seminario Nacional de Investigación y Transferencia en Caficultura Jul 1997 Tegucigalpa (Honduras)* (No. 633.73063 S471m 1997). Instituto Hondureño del Café, Tegucigalpa (Honduras). Div. Agrícola. Dept. de Investigación Cafetalera.
- Hurtado, D., Nocua, S., Narváez, W., & Vargas, J. (2012). Valor nutricional de la morera (*Morus* sp.), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto indio (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Veterinaria e Zootecnia*, 6(1), 56-65.
- Huxley, P. A. 1999. Comenta on agroforestry classification with special reference to plant aspects. In: P.A. Huxley (Ed). *Plant research and agroforestry*. Nairobi, ICRAF. p. 161-171
- ICRAF Centro Internacional de Investigación en Agroforestería. (1982). *Compilación de definiciones del termino Agroforestería*
- Jurado, H. R. O., Estrada, J. F. N., Possú, W. B. (2019). Tipificación de sistemas de producción de café en La Unión Nariño, Colombia. *Temas Agrarios*, 24(1), 53-65.
- Köpsell, E. (2001). *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales* (No. 6). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Ladrach, W. 2010. Expansion of pulp production in the third world. (Disponible en [http://www.alleghenysaf.org/winter\\_2010.htm](http://www.alleghenysaf.org/winter_2010.htm) 02-26-2010)

- Leiva-Rojas, E. I., Gutiérrez-Brito, E. E., Pardo-Macea, C. J., & Ramírez-Pisco, R. (2019). Comportamiento vegetativo y reproductivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) por efecto de la poda. *Revista fitotecnica mexicana*, 42(2), 137-146.
- Linkimer, M., Muschler, R., Benjamin, T., & Harvey, C. A. (2002). Árboles nativos para diversificar cafetales en la zona Atlántica de Costa Rica.
- Luebert, F. (2012). Hoja botánica: Cacao. Lima, Perú: Critica
- Mancera, J.C. y Duque-Nivia, A. (eds.). (2018). Aspectos Ecológicos y Guías de Propagación. 20 árboles nativos en el sur del Tolima – Colombia. Starbucks Farmer Support Center – USAID. Hirender S.A. 99 p.
- Mendieta López, M., & Rocha Molina, L. R. (2007). Sistemas agroforestales.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. Dirección de Cambio Climático. Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC). (2011) CONPES 3700.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E y Fassola, B. (2015). Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. CIPAV; Turrialba, CR: CATIE, – Serie técnica. Informe técnico / CATIE; No. 402. P.452
- Montoya-Bonilla, B. P., Baca-Gamboa, A. E., Bonilla, B. L. (2017). Flora melífera y su oferta de recursos en cinco veredas del municipio de Piendamó, Cauca. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 15(sp), 20-28.
- Muller M. W. e R. R. Valle (2012) Ecofisiologia do cultivo do cacaueiro. In: Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro. R. R. Valle. (ed.). Segunda edição. Centro de Pesquisas do Cacau Ceplac. Brasília D. F., Brasil. pp:31-66
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., & Rivera, J. E. (2019). Avances en Ganadería Sostenible con Sistemas silvopastoriles en América Latina. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1), 65-71.
- Ospina, A. (2006), Agroforestería, aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal, Asociación del colectivo de agroecología del Suroccidente colombiano.
- Pabón Baquero, L. C., Vanegas Gordillo, J., Rendón Fernández, M. R., Santos Arias, R., & Hernández Rodríguez, P. (2013). Actividad antioxidante y antibacteriana de extractos de hojas de cuatro especies agroforestales de la Orinoquía colombiana. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(1), 57-70.
- Penagos, C. M. O., Restrepo, R. J. H., Erazo, S. E. Y., Valencia, F. A. A., Rincón, E. A., Palacio, Z. N. G., & López, J. C. G. I. 2008. Guayacán E.



- Promega (Instituto Pro Mejoramiento de la Ganadería). 2008, *Canavalia ensiformis*. PA. 2P.
- ROA, L. CESPEDES, D. GALEANO, J. Y MUÑOZ, J., 1998. Proyecto “Utilización de árboles forrajeros para la alimentación de ganado en el Pie de Monte Llanero”. UNILLANOSCOLCIENCIAS, Villavicencio (Meta). Avance de resultados, informe técnico No. 1
- Rodríguez, F. R., Aguilar, D. A., Roque, R. M., Montoya, A. M., Gamboa, O. M., & Arguedas, M. (2004). Manual para productores de melina *Gmelina arborea* en Costa Rica. *Centro de Investigación en Integración Bosque Industria de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica: Cartago*.
- Russo, A. (1983) Descripción de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook. Turrialba: CATIE, 7 p.
- Sánchez b. (1995) science in agroforestry. *Agroforestry systems* 30 (1), 5-55
- Sánchez Parales, W. A. (2020). Sistemas silvopastoriles ssp como alternativa sostenible para la ganadería bovina colombiana.
- Sossa-Sánchez, C. P., Barragán-Hernández, W. A., Lopera-Marín, J. J., Rodríguez-Colamarco, D. A., Bothía-Manosalva, J. L., Galindo-Ospina, A., & Murgueitio, E. (2019). Evaluación sensorial de carne bovina proveniente de diferentes sistemas de producción ganadera en sabanas inundables de Arauca, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 31 (10).
- Suber, M., Yepes Quintero, A. P., Bohórquez Lozano, V., & Robiglio, V. (2019). Los árboles fuera del bosque en la NAMA forestal de Colombia. Elementos conceptuales para su contabilización.
- Somarriba, E., Jiménez, F., & Vargas, A. (1998). ¿Qué es agroforestería? *Apuntes de clase del curso corto: Sistemas agroforestales*, 1-14.
- Tabares, J. A. G., Ortiz, J. A. R., Tabares, A. G., Bautista, E. H. D., Vargas, S. R. (2020). Evaluación agronómica de genotipos de *Theobroma cacao* L. en la Amazonia colombiana. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1).
- Toral., O.; Wencomo., H. Especies de *Erythrina* para la ganadería tropical. Matanza Estación experimental de pastos y forrajes indio Hatuey, 1999. 14 p.
- Torres, A. A. García, G., Cadena, D & Sánchez V. (2019). Evaluación y planificación de sistemas agroforestales sustentables de cacao (*Theobroma cacao* y bambú (*Guadua angustifolia*.), Montalvo, Ecuador. *Ciencia e Investigación*. 4(4). 10-21.
- Timoteo, K., Remuzgo, J., Valdivia, L., Sales-Dávila, F., García-Soria, D., &

- Abanto-Rodríguez, C. (2016). Estimación del carbono almacenado en tres sistemas agroforestales durante el primer año de instalación en el departamento de Huánuco. *Folia amazónica*, 25(1), 45-54.
- Useche, F. Azuero, S. (2013). Yopo (*Anadenanthera peregrina*), acacia (*Acacia mangium wild*) y melina (*Gmelina arborea*) tres especies arbóreas propicias para los sistemas silvopastoriles en el piedemonte llanero
- Van North W i j k, M.; Tuniatun. Interacciones árbol-suelo-cultivo. Bogor, Centro Internacional para la agrosilvicultura - I C R A F, 2000. 12 p. (Nota de conferencia 2).
- UTZ- Better farming. (2017). los árboles de sombrío conclusiones derivadas de la revisión de literatura por el centro para la cooperación internacional de la universidad libre de ámsterdam.
- Zamora Pico, G. L. (2020). *Comportamiento de tres híbridos de café (Coffea arábica L.) en tres distanciamientos de siembra* (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM).
- Zapata Arango, P. C. (2010). Efecto del guácimo (*Guazuma ulmifolia*), carao (*Cassia grandis*) y roble (*Tabebuia rosea*) sobre la productividad primaria neta aérea y composición florística de pasturas naturales en Muy Muy y Matiguás, Nicaragua.