

MONOGRAFIA

YOPO (*Anadenanthera peregrina*), ACACIA (*Acacia mangium Wild*) y MELINA (*Melina arborea*) TRES ESPECIES ARBÓREAS PROPICIAS PARA LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL PIEDEMONTE LLANERO.

**FERNANDO USECHE TRIVIÑO
SILVIO ARIEL AZUERO RAMIREZ**

DIRECTOR:

**RAUL VARGAS
INGENIERO FORESTAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD CEAD – ACACIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL**

2013

MONOGRAFIA

YOPO (*Anadenanthera peregrina*), ACACIA (*Acacia mangium Wild*) y MELINA (*Melina arborea*) TRES ESPECIES ARBÓREAS PROPICIAS PARA LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL PIEDEMONTES LLANERO.

Elaborado por:

**FERNANDO USECHE TRIVIÑO
SILVIO ARIEL AZUERO RAMIREZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para
Optar al título de Ingeniero Agroforestal**

**RAUL VARGAS
INGENIERO FORESTAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD CEAD – ACACIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL**

2013

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del jurado

Acacias, Abril de 2013

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero dar gracias a Dios por haberme permitido terminar este trabajo, y a mi familia que siempre están a mi lado apoyándome.

También quiero agradecer a todos los tutores por su orientación y enseñanza y cada una de las personas que de una u otra forma intervinieron para poder cumplir esta meta.

DEDICATORIA

A Dios, por estar conmigo en todos los instantes de mi vida.

**A todos mis compañeros, por haber tenido la fortuna de compartir con ustedes en
estos años espectaculares de mi vida**

1. RESUMEN DEL PROYECTO

Tres especies arbóreas propicias para los sistemas silvopastoriles en el piedemonte llanero, es un tema que nace del interés que últimamente han cobrado los sistemas silvopastoriles en nuestra región, pero más que conocer del tema en específico es necesario dar a conocer que especies arbóreas son representativas.

El yopo (*Anadenanthera peregrina*), la melina (*Gmelina arborea*) y la Acacia (*Acacia mangium*) son tres especies que aunque no son las únicas, son las más utilizadas y validadas por los centros de investigación, fundaciones y productores de la región orinocense con magníficos resultados. Esto ha motivado la realización de una compilación bibliográfica que presente una temática general que va desde conceptos generales de agroforestería a específicos de las tres especies en mención.

La información está estructurada en secciones que inician desde conceptos de lo que es el árbol, aspectos que se deben considerar para su selección, la agroforestería y los sistemas silvopastoriles y procesos para el establecimiento del árbol en el sistema Silvopastoril; por último se hace énfasis en las tres especies relevantes y experiencias de estas en nuestro entorno orinocense.

ABSTRACT

Three tree species conducive to such incorporations in the foothills, is a topic of interest lately born have claimed silvopastoral systems in our region, but more than knowing the specific topic is necessary to disclose that tree species are displayed.

Yopo (*Anadenanthera peregrina*), melina (*Gmelina arborea*) and Acacia (*Acacia mangium*) are three species that although not the only, are the most widely used and validated by research centers, foundations and regional producers with orinocense magnificent results. This has led to the realization of a bibliographic compilation present a general theme going from general concepts to specific agroforestry three species in question.

The information is structured in sections starting from concepts of what the tree is, aspects to be considered for selection, agroforestry and silvopastoral systems and processes for the establishment of the tree in the silvopastoral system and finally emphasizes the three species and relevant experiences in our environment these orinocense.

INTRODUCCION

Una modalidad de la agroforestería es denominado silvopastoreo; sistema que combina en el mismo espacio gramínea, leguminosa, arbórea y la producción animal, permitiendo el uso ambientalmente sostenible de los Recursos Naturales.

La ganadería es la actividad que en 35 años pasó de ocupar 14,6 a 35,5 millones de hectáreas y tiende a continuar creciendo a expensas de los bosques y la agricultura.

En el caso del piedemonte llanero el área ocupada por la ganadería es de 1.000.000 de hectáreas de 1.300.000 de la Orinoquia colombiana. Esta subregión es relevante tanto en la producción como en los medios que usa para ello. Los sistemas silvopastoriles son una alternativa que viene conquistando los cimientos ancestrales de los productores en pro de recuperar lo que se estaba perdiendo.

El presente documento tiene como propósito presentar una reflexión general del recurso árbol, los antecedentes forestales y la relación de la agroforestería y los sistemas silvopastoriles, también se describirá sobre los aspectos que se deben considerar para la selección del componente árbol; el proceso de establecimiento del árbol en el sistema Silvopastoril que van desde el manejo de vivero hasta la siembra.

Posteriormente se presentan tres especies arbóreas con potencial para la implementación de sistemas silvopastoriles en la región orinocense, como lo son el yopo (*Anadenanthera peregrina*), melina (*Gmelina arborea*) y acacia (*Acacia mangium*), de ellas se muestran generalidades que permiten conocerlas con más profundidad y por último se muestran experiencias con estas especies en esta región.

INDICE GENERAL
TABLA DE CONTENIDO

Numero	Nombre	Pág.
	RESUMEN	6
	ABSTRACT	7
	INTRODUCCION	8
1	CUERPO DEL TRABAJO	15
1.1	LOS ÁRBOLES	15
1.1.2	Los árboles activan los ciclos de los nutrientes mediante las interrelaciones biológicas y químicas	16
1.2	ANTECEDENTES FORESTALES DEL PAÍS	17
1.3	TEMAS AGROFORESTALES PARA LA RECONVERSIÓN DE LA GANADERÍA.	19
1.4	SISTEMAS AGROFORESTALES – SILVOPASTORILES – CONCEPTOS GENERALES.	19
1.4.1	Clasificación de los sistemas agroforestales en función de los cultivos asociados	21
1.5	ASPECTOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DEL COMPONENTE ÁRBOL	22
1.5.1	Adaptación.	22
1.5.2	Palatabilidad.	23
1.5.3	Calidad nutricional.	24
1.6	ESPECIES ARBÓREAS INTEGRADAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES	24
1.6.1	Proceso de establecimiento del árbol en el sistema Silvopastoril.	25
1.6.1.1	Manejo del vivero	25
1.6.1.2	Establecimiento del árbol en sitio definitivo	26
1.6.1.3	Limpieza trazado	27
1.6.1.4	Ahoyado.	28

1.6.1.5	Aplicación de correctivos y primera fertilización.	28
1.6.1.6	Establecimiento.	28
1.6.1.7	Mantenimiento y fertilización.	29
1.6.1.8	Control fitosanitario y de malezas.	29
1.6.1.9	Resiembra.	30
1.7	ESPECIES CON POTENCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA REGIÓN ORINOCENSE.	30
1.7.1	Yopo: <i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg	30
1.7.1.1	Características del yopo	32
1.7.1.2	Usos del yopo	33
1.7.1.3	Variedades de yopo.	34
1.7.1.4	Propagación	34
1.7.1.5	Germinación.	35
1.7.1.6	Trasplante y ahoyado	35
1.7.2	Melina Arbórea: <i>Gmelina arborea</i>	36
1.7.2.1	Descripción de la especie	36
1.7.2.2	Características de la melina arborea	38
1.7.2.3	Usos de la melina arborea	40
1.7.2.4	Variedades y propagación	41
1.7.2.5	Propagación asexual	42
1.7.2.6	Trasplante.	43
1.7.2.7	Ahoyado	44
1.7.3	Acacia Mangium: <i>Acacia mangium Willd</i>	45
1.7.3.1	Características	46
1.7.3.2	Usos de la Acacia Mangium	48
1.7.3.3	Propagación	49
1.7.3.4	Germinación	49
1.7.3.5	Trasplante	50
1.7.3.6	Ahoyado.	50
1.8	EXPERIENCIAS CON TRES ESPECIES ARBÓREAS EN	

	SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL PIEDEMONTE LLANERO.	50
1.8.1	Experiencias con Yopo	51
1.8.1	Desempeño de los árboles Sembrados	51
1.8.2	Experiencias con Acacia Mangium	55
2	GLOSARIO	57
3	CONCLUSIONES	58
4	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	60

LISTA DE FIGURAS

Numero	Nombre	Pág.
Figura 1.	El papel de los árboles forrajeros	15
Figura 2.	Ciclo del nitrógeno.	17
Figura 3.	Clasificación de los sistemas agroforestales según su estructura.	21
Figura 4.	Curva de crecimiento (DAP) de <i>Acacia mangium</i> bajo dos niveles de fertilización en el C.I Carimagua.	56
Figura 5.	Curva de crecimiento (Altura) de <i>Acacia mangium</i> bajo dos niveles de fertilización en el C.I Carimagua.	56

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Numero	Nombre	Pág.
Foto 1	Árbol de yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>)	32
Foto 2	Floración del yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>)	32
Foto 3	Frutos y semillas del yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>)	33
Foto 4	Ahoyado para el yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>)	36
Foto 5	Árbol de Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	37
Foto 6	Floración y frutos de Árbol de Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	39
Foto 7	Frutos y semillas de Árbol de Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	40
Foto 8	Platines en vivero de Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	43
Foto 9	Arboles de Acacia (<i>Acacia Mangium</i>) en cerca viva	46
Foto 10	Plantín de Acacia (<i>Acacia Mangium</i>) en cerca viva	47
Foto 11	Floración de Acacia (<i>Acacia Mangium</i>)	47
Foto 12	Semillas de Acacia (<i>Acacia Mangium</i>)	48

LISTA DE TABLAS

Numero	Nombre	Pág.
Tabla 1	Cubierta forestal: bosques naturales, plantaciones, total de cubierta forestal	18
Tabla 2	Altura y diámetro basal de árboles con 16 a 20 meses de sembrados en franjas, cercas vivas y bosquetes en potreros. Piedemonte llanero	51
Tabla 3	Experiencias en Finca la Andorra Cubarral - Meta	52

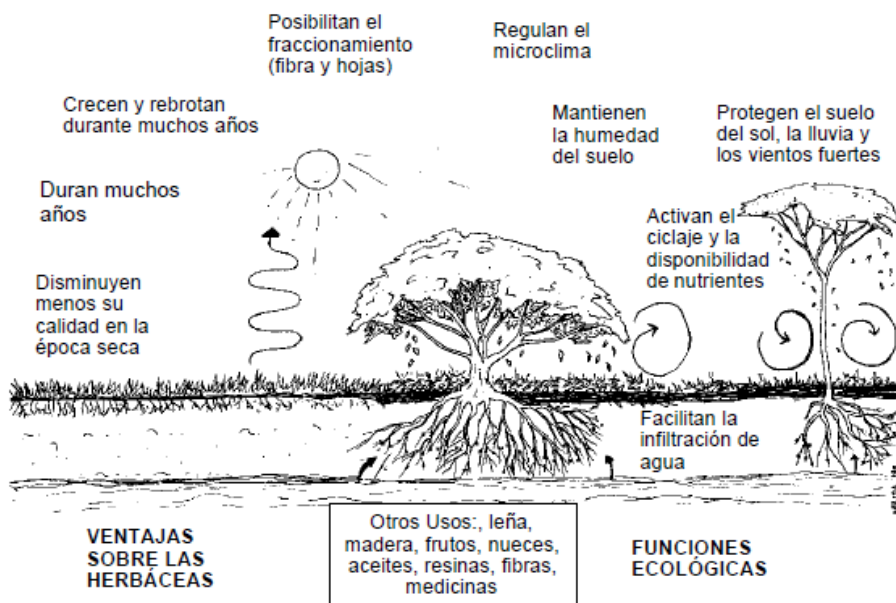
1. CUERPO DEL TRABAJO.

1.1 LOS ÁRBOLES

Los árboles han acompañado a la humanidad en todo su proceso evolutivo ofreciéndole leña, madera, forraje, frutas, fibras, aceites, resinas y medicinas.

En las zonas tropicales húmedas o secas, es impensable la vida humana y animal sin árboles y arbustos. La mayor diversidad de especies en el mundo se encuentra en estas regiones.

Figura 1. El papel de los árboles forrajeros



Murgueitio E. 1999

Los árboles y arbustos forrajeros además de proveer múltiples productos cumplen una función muy importante de protección del suelo, con su estructura (tallo y hojas)

disminuyen el efecto directo del sol, la lluvia y el viento; con sus raíces profundas y extendidas reducen la escorrentía superficial del agua lluvia, permiten una mejor absorción del agua y de los nutrientes debido a la mayor área explorada, también contrarrestan los procesos de compactación debidos a la labranza o pastoreo continuó. Benavides J. 1998

La hojarasca que producen es fuente de materia orgánica. En ella los macro y microorganismos del suelo encuentran condiciones favorables para multiplicarse y descomponer las formas complejas presentes en los tejidos, en sustancias simples como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, magnesio y calcio para que sean absorbidas nuevamente por los árboles y los cultivos vecinos.

De los árboles se pueden aprovechar sus tallos como leña, madera o material para nuevas siembras y su follaje para alimentar animales. Dependiendo del uso final se fija el tiempo entre los cortes; a intervalos mayores se incrementa la producción de material leñoso y a intervalos menores la producción de forraje. Benavides J. 1998

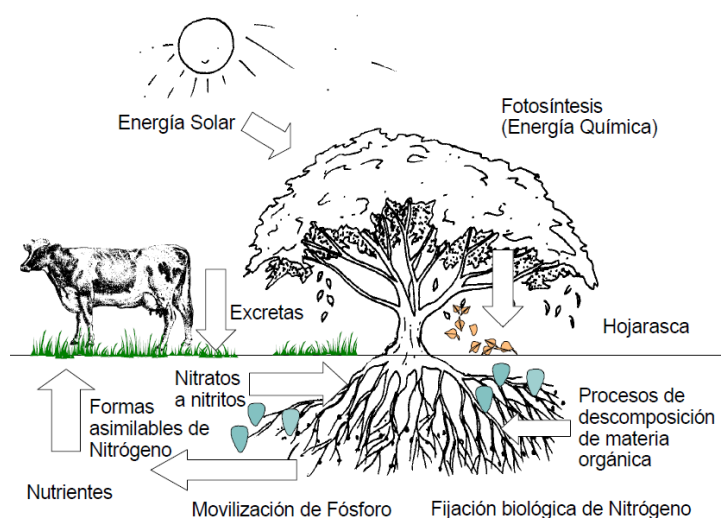
1.1.2 Los árboles activan los ciclos de los nutrientes mediante las interrelaciones biológicas y químicas

Las plantas atrapan y convierten la luz solar mediante la fotosíntesis para producir energía química del tipo de hidratos de carbono (azúcares).

En la formación del suelo intervienen varios elementos: la roca madre (que origina el suelo en cada lugar), el clima (temperatura, precipitación pluvial) y la materia orgánica producto de una actividad viva que se forma a partir de residuos vegetales (hojarasca, tallos y raíces) y animales. Esta materia orgánica es una fuente importante de nutrientes que pasan a las plantas en gran parte por la actividad de los diferentes habitantes del suelo (macro y microorganismos).

El forraje producido por algunos árboles lo pueden consumir los animales domésticos. En el estiércol que estos producen, todavía se encuentran nutrientes que deben ser retornados como abono al sitio donde se ha cosechado el forraje, para que los ciclos de los nutrientes y la actividad productiva continúen. Botero R y Russo R. 1998

Figura 2. Ciclo del nitrógeno.



Murgueitio E. 1999

1.2 ANTECEDENTES FORESTALES DEL PAÍS

En el año 1996, el IDEAM con base en la interpretación de imágenes de satélite, realizó un *Mapa de coberturas, uso y ocupación del territorio del país*, con el fin de diferenciar el tipo de coberturas vegetales existentes y como una herramienta básica para el estudio de los ecosistemas. De acuerdo con los resultados obtenidos para ese año, se pudo establecer que la cobertura boscosa del país era de 57.288.458 ha. Sin embargo, es de mencionar que esta cobertura incluyó diversos tipos de bosques que

dependiendo de su estructura y composición, además de características fisiográficas, climáticas, edáficas e hidrológicas entre otras, se diferenciaron de la siguiente manera:

Tabla 1. Cubierta forestal: bosques naturales, plantaciones, total de cubierta forestal

Bosques Naturales	<i>Bosque basal amazónico</i>	33.506.755 ha
	<i>Bosque basal del Pacífico</i>	4.429.955 ha
	<i>Bosque basal del Orinoco</i>	20.980 ha
	<i>Bosque basal del Caribe</i>	7.669 ha
	<i>Bosque andino</i>	9.108.474 ha
	<i>Bosque ripario</i>	3.907.090 ha
	<i>Manglar</i>	348.649 ha
	<i>Bosque fragmentados</i>	4.954.454 ha
	<i>Subtotal</i>	56.284.026 ha
Plantaciones	<i>Plantaciones</i>	*350.064 ha
Total cubierta boscosa		56.634.090 ha

Fuente: IDEAM, 1996. Mapa de coberturas vegetales, uso y ocupación del espacio.

* Ministerio del Medio Ambiente, Plan Nacional de desarrollo Forestal, 2000.

El país después de la reforma constitucional de 1991, encargó al sector ambiental de los temas forestales. Este sistema está representado por el Ministerio del Medio Ambiente como fijador de políticas y normas, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como instituto de investigación y de información de estadísticas forestales entre otras temáticas ambientales y a las Corporaciones Autónomas Regionales para la administración de los recursos forestales en sus áreas de jurisdicción que coinciden en la mayoría de los casos con la división político-administrativa departamental. El fomento de plantaciones forestales comerciales está a cargo del Ministerio de Agricultura, el cual fija políticas, define estrategias y establece

líneas de financiación que se operacionaliza a través del Fondo Financiero Agrario (FINAGRO) como institución financiera de primer piso, el cual presta los recursos a la banca pública (banco agrario) o a la banca privada. Armenteras et al 2007

1.3 TEMAS AGROFORESTALES PARA LA RECONVERSIÓN DE LA GANADERÍA.

Por sistema agroforestal, se entiende tradicionalmente todos aquellos sistemas donde existe una combinación de especies arbóreas y/o arbustivas con herbáceas generalmente cultivadas. Este término es muy amplio, pues incluye la simple presencia de algunos árboles y/o arbustos en combinación con cultivos agrícolas; hasta sistemas complejos con múltiples especies distribuidas en varios estratos.

Los sistemas agroforestales (SAF) hacen parte sustancial de los procesos de cambio de la ganadería, hacia sistemas más amigables con la naturaleza. Estos sistemas, ofrecen una alternativa sustentable para aumentar la biodiversidad animal y vegetal, y para incrementar los niveles de producción animal con reducida dependencia de los insumos externos. Murgueitio E. 2009

1.4 SISTEMAS AGROFORESTALES – SILVOPASTORILES – CONCEPTOS GENERALES.

Existe en la literatura una serie de definiciones de sistemas agroforestales (agroforestería), las cuales aportan elementos que permiten caracterizar el sistema. Para el tema que nos concierne se referencian algunos de importancia que integran los componentes de un sistema de producción. La agroforestería es el nombre genérico usado para designar los sistemas de uso de la tierra en los cuales las plantas leñosas perennes (árboles, arbustos y bambúes) crecen en asocio con plantas herbáceas (cultivos y pastos) y/o ganado, en un arreglo espacial, una rotación o ambos y en los cuales se dan interacciones ecológicas y económicas incluyendo los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema (Young, 1989).

La agroforestería es un sistema sostenido del manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción (incluyendo cultivos arbóreos), con especies forestales y/o animales en forma simultánea o secuencial sobre la misma superficie de terreno y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local. El CATIE (1998), simplifica la definición como “una forma de uso y manejo de la tierra, en la que se combina el cultivo de árboles y arbustos con cultivos alimenticios o pasto, según las prioridades del agricultor”. Fassbender (1993), indica que “los sistemas de producción agroforestales se definen como una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra en los que se combinan árboles con cultivos agrícolas y/o pastos, en función del tiempo y espacio (arreglo) para incrementar u optimizar la producción en forma sostenida. Somarriba (1998), define agroforestería como 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 (árboles, arbustos y bambúes) y 3) al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo los pastos).

Los Componentes de los sistemas agroforestales son:

a) Especies vegetales leñosas: son aquellas que poseen lignina como elemento de sus tejidos e incluyen; árboles, helechos arborescentes, gramíneas, cactus gigantes y arbusto como café entre otros.

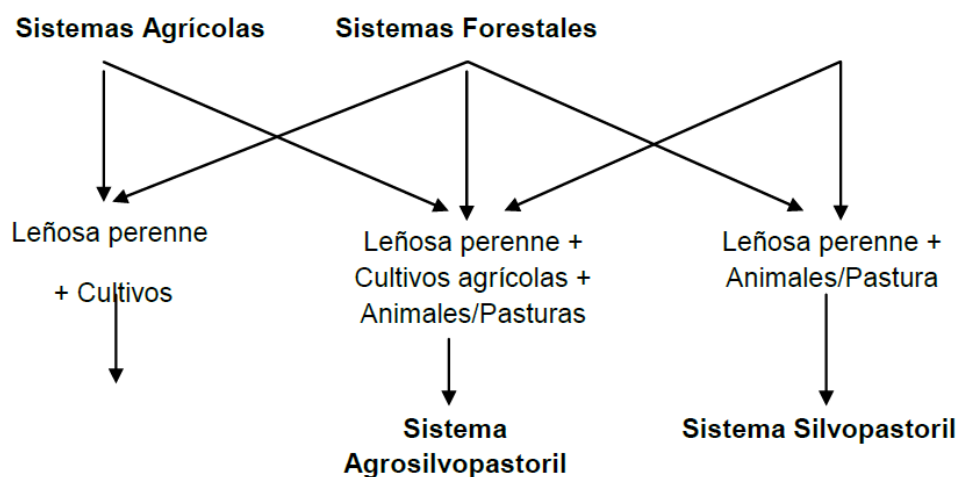
b) Los no leñosos: poseen tejido vegetal poco o no lignificado, no presenta consistencia rígida, tienen porte bajo y su ciclo de vida es ligeramente inferior a un año. Este componente incluye cultivos transitorios y semipermanentes, hierba y praderas.

c) El componente pecuario, incluye bovinos, ovinos, equinos, porcinos, insectos como abejas y gusanos como el de seda.

1.4.1 Clasificación de los sistemas agroforestales en función de los cultivos asociados.

Los sistemas agroforestales (SAF) existentes son complejos, diversos y flexibles., de allí la necesidad de clasificarlos en diferentes categorías, con el fin de evaluarlos adecuadamente y desarrollar algún plan para su mejoramiento. Según Fassbender (1987,1993) y Young, (1989), los SAF se agrupan siguiendo el criterio de su base estructural, denominando cada sistema por la combinación de los tres componentes básicos que son manejados por el hombre: los leñosos perennes, plantas herbáceas (cultivos y pasturas) y el ganado, de esta manera se tiene un primer nivel de clasificación, resultando tres grupos a diferenciar de acuerdo al siguiente esquema:

Figura 3. Clasificación de los sistemas agroforestales según su estructura.



Fuente: Somarriba (1998).

Los sistemas agroforestales o agrosilvoculturales. Son aquellos sistemas en que interactúan: leñosas perennes (árboles, frutales y arbustos) y cultivos agrícolas

transitorios y semipermanentes. Corresponde a las actividades agrícolas en combinación con bosques o con árboles plantados, en los que se aprovechan los espacios que quedan entre los árboles con siembra de los cultivos agrícolas. Los sistemas agrosilvopastoriles son aquellos sistemas donde interactúan los componentes: cultivos agrícolas, árboles y ganado, con el fin de producir alimentos, forraje, madera, leña. Se aprovechan los espacios entre los árboles sembrados según arreglo forestal y se siembran los cultivos. Una vez cosechados éstos se establecen los pastos para el sistema bovino. **Los sistemas silvopastoriles** son sistemas que permiten la interacción entre el componente leñosas perennes (árboles y arbustos), no leñosos (forrajes herbáceos) y el componente animal en la misma área bajo un manejo integral. El beneficio para los sistemas tradicionales de monocultivo pastos es que ofrecen una mayor oferta de forraje y sombra para el bienestar de los animales.

Los sistemas silvopastoriles intervienen en la conservación y utilización de la biodiversidad, contribuye de manera a solucionar el problema de degradación a través del mejoramiento de los indicadores de la relación suelo – planta – árbol – animal; optimización de factores fisicoquímicos y biológicos del suelo, mejorando el reciclaje de nutrientes.

1.5 ASPECTOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DEL COMPONENTE ÁRBOL.

Antes de vincular la especie forestal (árbol y/o arbusto) al sistema de producción ganadero tradicional; se requiere tener en cuenta algunos aspectos de interés que permitan tener éxito con la propuesta Silvopastoril; algunos de estos son:

1.5.1 Adaptación.

Este aspecto, se refiere a las condiciones mínimas que la planta necesita para lograr un normal desarrollo y alcanzar su potencial productivo. En este caso, las variables que

generalmente se deben tener en cuenta son: rango de adaptación (altura sobre el nivel del mar), precipitación, temperatura y las condiciones físicas y químicas del suelo.

Por eso; antes de incorporar al sistema una especie desconocida, se debe realizar un inventario de aquellos árboles más representativos que se encuentren adaptados a las condiciones de una zona en particular. Posteriormente; se debe seleccionar aquellas especies que presenten potencial forrajero, maderero u otro.

Después; es el productor quien selecciona la (s) especie (s) a establecer, teniendo en cuenta sus preferencias, aquellas que le permitan cumplir sus objetivos, metas y expectativas, las que habitualmente se consiguen a mediano y largo plazo. Benavides J. 1998

1.5.2 Palatabilidad.

Cuando el propósito es aprovechar los árboles y/o arbustos para la alimentación animal (ganado), se requiere hacer una prueba de palatabilidad; es decir, determinar el gusto y/o aceptación del forraje (hojas y tallos tiernos), frutos y/o semillas producidos por una determinada especie forestal.

Realizada la selección de las alternativas forrajeras; se debe brindar al animal una cantidad (mínimo 10 kilogramos) del follaje del árbol y/o arbusto y comprobar si lo acepta o no dentro de la dieta alimenticia diaria, la que generalmente está basada en pastos.

Esta prueba debe hacerse preferiblemente en horas de la mañana, periodo durante el cual el animal inicia su proceso de alimentación. Para ello; retírelo de la zona de pastoreo, ya que generalmente cuando existe buena cantidad de pasto el animal tiende a rechazar cualquier otro material vegetal.

Sí las alternativas forrajeras de tipo arbóreo y/o arbustivo son varias, brinde al animal una cantidad similar por cada especie. Corte el forraje un día antes, déjelo marchitar; previamente registre el peso del forraje ofrecido y luego el peso del forraje no consumido, determinando al final cuál de los follajes brindados al animal presenta mayor consumo. Si es posible, no le brinde al animal forraje de diferentes especies el mismo día, sino que hágalo de tal manera que diariamente le ofrezca un material diferente. Benavides J. 1998

1.5.3 Calidad nutricional.

Este aspecto es de gran importancia porque generalmente todos los pastos presentan bajos contenidos de proteína (menos del 12 %), que no satisfacen los requerimientos del animal. Sin embargo; esta situación se puede equilibrar, si en la dieta del animal se suministra forrajes de árboles y/o arbustos que tengan contenidos de proteína superiores al 15 %.

Dentro de los aspectos considerados en la calidad nutricional además del contenido de Proteína; está el porcentaje de Materia Seca, Fibra, Energía, Digestibilidad, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio. Cuyos resultados se obtienen mediante análisis bromatológico y químico realizados en laboratorio. Benavides J. 1998

1.6 ESPECIES ARBÓREAS INTEGRADAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Centros de investigación, fundaciones y productores, en esta última década ha venido ejecutando proyectos de investigación y transferencia de tecnología en agroforestería para la región de la Orinoquia (altillanura y piedemonte), con el fin de integrar los subsectores pecuario, agrícola y forestal como una alternativa de uso del suelo en forma sostenible y sustentable en el tiempo. El enfoque de integrar el árbol es intensificar la producción de los sistemas pecuario y agrícola tradicionales y a la vez diversificar plantas y animales.

La estrategia busca reducir la presión sobre los bosques primarios y de galería evitando los actuales problemas de degradación de los recursos suelo, agua y biodiversidad que son atribuidos a la expansión de la frontera ganadera y agrícola. Murgueitio E. 1999

1.6.1 Proceso de establecimiento del árbol en el sistema Silvopastoril.

Es necesario hacer un recuento de los procesos que se llevan a cabo en el establecimiento de un sistema Silvopastoril, que va desde la etapa de vivero y hasta la siembra y resiembra.

1.6.1.1 Manejo del vivero. Consideraciones técnicas a tener en cuenta para desarrollar un vivero: el número de árboles a multiplicar tiene que ver con el objetivo del productor; sistema de producción pecuario; especie de árbol a introducir; disponibilidad y semilla de buena calidad; Tipo de arreglo o distribución espacial; y cantidad de sombra por potrero y animal. Lo anterior define que infraestructura y área de vivero se requiere de acuerdo al plan que debe considerar época de verano e invierno en la región, que determina la época de siembra, periodo vegetativo de la especie, cantidad de árboles a producir, método de propagación seleccionado, tipo de sustrato y envase (bolsas plásticas, tubotes o bandejas). Para esta fase existen dos alternativas para la obtención del material arbóreo: adquirirlo en un vivero reconocido que garantice la calidad del material o producirlo en un vivero temporal localizado en la finca. Para el segundo caso se debe planificar el manejo del vivero y para esto existe un protocolo Martínez y García 2003. Debe estar lo más cerca posible al sitio definitivo de siembra, junto a vías de fácil acceso en vehículo, con disponibilidad de agua durante todo el año, contar con protección perimetral contra el ingreso de animales que puedan dañar los arbolitos, una pendiente del terreno adecuada que facilite el drenaje natural de todo el vivero, adecuada circulación de aire y orientación de eras de crecimiento en dirección este - oeste, para mejor luminosidad y aprovechamiento de las horas de sol; y disponibilidad de área para posible ampliación de la producción en el vivero.

Tamaño de la construcción: El tamaño, localización y distribución de la infraestructura básica del vivero depende de: sistema de propagación seleccionado; duración de los ciclos de producción de cada especie; y plan de siembras proyectado. Existen varios sistemas de producción según el sustrato utilizado: bolsas plásticas; pellets; bandejas; y conos plásticos.

Sustrato o medio para la siembra de semillas arbóreas: Para este fin se recomienda la mezcla de tierra negra con arena de río o cascarilla de arroz. Estos materiales deben ser mezclados y desinfectados para el llenado de las bolsas, bandejas o conos. En este sentido se debe mezclar dos partes de tierra por una de arena, la desinfección se puede realizar mediante aplicación de agua hervida o con formol. Algunas semillas requieren de una cama o germinador con los mismos materiales que para el embolsado. Cuando las plántulas están de 5 cm., se transplantan a las bolsas plásticas que se colocan en el vivero y se cuidan hasta llevarlas a campo. El trasplante o siembra en sitio definitivo en el campo se realiza cuando los plantines tienen una altura entre 20 a 30 cm. Murgueitio y Galindo 2010

1.6.1.2 Establecimiento del árbol en sitio definitivo. Inicialmente se debe seleccionar y definir la especie a integrar en el sistema productivo de acuerdo a su producto (madera, postes, leña, forraje) o servicio; para limitar áreas o linderos, sombra, cercas vivas, protección contra el viento, fines ecológicos o embellecimiento paisajístico. De otro lado, se debe considerar las experiencias que hay en la región, como de la disponibilidad de semilla certificada y de buena calidad, así como de tecnología para los materiales seleccionados.

El establecimiento se deberá realizar a inicio del período de lluvias. En la región de los Llanos es en el mes de Abril y se puede sembrar hasta el mes de Septiembre. Se realizará de acuerdo al arreglo espacial teniendo en cuenta un orden específico de ubicación de las especies dentro del área o lote a reforestar, se debe considerar la siembra de los árboles maderables en los sectores más retirados de los cuerpos de

agua, evitando encharcamiento sobre todo para especie susceptibles a la humedad. Se recomienda que los no maderables se ubiquen en las cercanías de dichos cursos hídricos o ronda de nacimientos. Se deben cumplir con la protección perimetral dentro del establecimiento. Esto tiene que ver con dos problemas comunes en la región de un lado las quemas y de otro el daño causado por animales como el consumo de hojas y plántulas en su fase inicial de crecimiento y daño mecánico. Acero & Luis Enrique 2005.

1.6.1.3 Limpieza y trazado. En cuanto a la limpieza se debe realizar la eliminación de la vegetación herbácea (gramíneas) para evitar competencia a las plántulas por luz y nutrientes, mediante un plateo de 1 metro de radio, con azadón, machete o manualmente. Para el caso de cercas vivas de gran longitud, se recomienda hacer dos pases de rastra del ancho de trabajo del implemento; para longitudes corta o pequeñas áreas, se debe platear y remover el suelo (romper capas compactas), en un círculo con diámetro de 1 metro. Para el caso de los bosquetes se debe controlar la vegetación mecánicamente con guadaña o rastra. Igualmente, se debe platear el sitio donde se plantará el árbol. En lotes con alta incidencia de malezas es aconsejable controlar su rebrote con herbicida.

En los trazados los sistema de siembra más utilizados son en línea, en cuadro, en rectángulo y en triangulo o tres bolillos. El establecimiento para cercas vivas se realiza utilizando el sistema de siembra en línea a una distancia que puede variar entre 4 a 6 metros, según la especie y la finalidad. Para el caso de franjas que pueden variar de 2 o más hileras de árboles en el que funciona bien la siembra en tresbolillos o en triangulo. En los bosquetes se pueden aplicar los tres últimos sistemas de siembra y para bosque dispersos en potrero en cuadro o en rectángulo son mejores. La siembra en tresbolillos permite una mayor densidad de árboles por unidad de área que se ajusta a la distribución espacial en franjas en potrero, que consiste en sembrar 3 o más hileras y dejar callejones de 15 a 20 metros entre las franjas, que corresponde a las áreas de pastoreo mientras los árboles se desarrollan. Polan 1995

1.6.1.4 Ahoyado. Esta actividad depende del tipo de empaque en que se transporta la plántula. Para bolsas plásticas se deben cavar hoyos de 20 cm. x 20 cm., con 15 a 20 cm. de profundidad. Para el caso de los tubetes y bandejas plásticas este hoyo es de menor tamaño que para bolsas. En ambos casos, deberá hacerse un repique con barra, para romper los horizontes compactados. Polan 1995

1.6.1.5 Aplicación de correctivos y primera fertilización. La actividad debe basarse en los resultados del análisis de suelo y los requerimientos nutricionales de la especie a ser plantada. Teniendo en cuenta que la característica principal de los suelos ácidos es la alta toxicidad de aluminio y deficiencia de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, como nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, potasio y azufre. La aplicación de fertilizantes debe cubrir y corregir estas deficiencias para lo cual se han realizado las siguientes aplicaciones con buenos resultados hasta el momento. A la siembra: cal dolomítica 150 gr / planta; roca fosfórica 150 gr / planta; y Yeso agrícola 100 gr / planta. Estos insumos se mezclan con la tierra que es sacada del hueco donde se plantará el árbol y luego se deposita en el sitio de siembra. Complementariamente, a los 15 días después de la siembra, se aplica una mezcla compuesta por: fosfato diamónico (DAP) 75 gr / planta; Sulfomag 75 gr / planta; y Borozinco (elementos menores) 5 gr / planta. Martínez y García 2003.

1.6.1.6 Establecimiento. Una vez preparado el terreno se realizará el establecimiento o plantación de los árboles, teniendo en cuenta que: el material en bolsa debe ser embebido de agua en el momento de la siembra; se debe compactar antes de retirar la bolsa, para evitar el desmoronamiento del sustrato; la bolsa plástica se quita haciendo dos cortes longitudinales a la misma y se guarda para ser contada al final del trabajo y desechada en forma que no contamine las áreas sembradas y aledañas; las plántulas se colocan verticalmente quedando el cuello a ras del suelo, evitando la formación de depresiones que puedan afectarla por la acumulación de aguas lluvias en los mismos; y las raíces no deben quedar dobladas ni trenzadas, el tallo debe quedar vertical y la

tierra se compacta con el pie, de tal forma, que la plántula quede anclada y evitar así la formación de bolsas de aire.

Todos los desechos como bolsas plásticas, estopas, costales y demás desperdicios deben ser recogidos y retirados de la zona. Se debe realizar la resiembra de todo el material que se haya perdido por diferentes causas. La mortalidad en ningún caso debe ser superior al 10%. Martínez y García 2003

1.6.1.7 Mantenimiento y fertilización. De acuerdo a la incidencia de plantas invasoras, se debe volver a rectificar el plateo de 1 metro de diámetro como mínimo, eliminando toda la vegetación existente dentro del plato al segundo mes de la siembra, con el objeto de eliminar competencia y preparar el terreno para la segunda aplicación de fertilizante compuesto u orgánico prehúmico o humus. El material que sea “eliminado” se puede colocar sobre el plato limpio como un mecanismo de control de malezas; seguidamente se realiza la fertilización incorporando al suelo el fertilizante en una cantidad de: fosfato diamónico (DAP) 150 gr / planta; sulfomag 150 gr / planta; y boro cinco 10 gr / planta. En caso de fertilizante orgánico aplicar 500 g/planta de humus. La aplicación se realiza en forma de corona a 20 cm de cada plántula, y se cubre ligeramente con el sustrato existente en el predio. Considerando que se debe asegurar el desarrollo adecuado de las plantas, al tercer año se realizan labores de mantenimiento consistente en plateo de 1.50 m de radio, fertilización con la dosis anterior o 500 gramos de abono prehúmico, a cada individuo. (Fonseca y García, 2007).

1.6.1.8 Control fitosanitario y de malezas. El control fitosanitario y de malezas deberá ser una actividad constante para evitar pérdidas del material vegetal establecido por causas de plagas y enfermedades. Para ello deben realizarse monitoreos y control como: ubicación y eliminación de hormigueros; utilización de cebos tóxicos (aserrín, melaza y un insecticida), aplicación de purines; alelopatía; control biológico y en caso extremo control químico (fungicidas e insecticidas sistémicos). Se debe mantener un

control de las malezas que puedan competir por nutrientes y luz con la plantación, por ello se debe realizar el control de las mismas de forma manual, mecánico o químico.

1.6.1.9 Resiembra. Una vez realizado el establecimiento del arreglo escogido, se procederá a evaluar la mortalidad, que en ningún caso debe ser superior al 10% del material establecido. Verificado el cultivo deberá realizar dicha resiembra, efectuando los mismos procedimientos empleados durante el establecimiento (ahoyado, encalado, plantación y fertilización). García 2006.

1.7 ESPECIES CON POTENCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA REGIÓN ORINOCENSE.

Una buena estrategia para cambiar la actitud de los productores hacia la biodiversidad. Es que estos sean exitosos en la implementación de sus proyectos silvopastoriles, que se reafirme más el interés por temas como la diversidad tanto de flora como de fauna se convierten en un incentivo que con el tiempo empieza a descubrir. Este tema toma una gran importancia porque los productores de las fincas pueden ser custodios de la diversidad que se pueda encontrar en sus predios.

Todos los componentes del sistema son importantes pero a continuación haremos una descripción de tres especies forestales de alta gama, en el sentido de que han demostrado su potencial para el agroecosistemas de la zona orinocense.

1.7.1 Yopo: *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg

Nombre científico: *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (Sinónimo: *Piptadenia peregrina* (L.) Benth.

Nombres comunes: yopo, yupa, curripaco, dopa, yomba, lomo de caimán.

Anadenanthera peregrina es un árbol de 3 a 18 metros de altura, con tronco de 20 a 50 centímetros de diámetro y copa expandida. Se distribuye en Suramérica (Colombia

hasta Brasil, Paraguay y Bolivia) y el Caribe (Puerto Rico, Trinidad y Tobago), desde el nivel del mar hasta los 1100 metros de elevación (1470 en Perú). Crece en las planicies abiertas de los llanos de la cuenca del Orinoco en Colombia y Venezuela y en sabanas y bosques abiertos al sur de las Guayanas. Yopal, nombre de la capital del departamento de Casanare, significa lugar de yopos. Este árbol se ha naturalizado en las Antillas, donde crece en áreas abiertas, montes bajos y suelos pobres, a lo largo de los cursos de agua.

Con relación a la zona orinocense el yopo presenta las siguientes ventajas:

- Fácil adaptación a suelos del piedemonte orinocense, ácidos, poco profundos, con piedras grandes y con deficiencias de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio.
- Fácil aclimatación y establecimiento.
- Crecimiento entre rápido y moderado.
- Regeneración vigorosa por semillas.
- Alta capacidad de recuperación de suelos degradados y compactados.
- Plántulas y árboles jóvenes poco apetecidos por el ganado, por lo que puede crecer en áreas ganaderas sin sufrir la mortalidad característica de la mayoría de árboles nativos.
- Favorecen el crecimiento de las gramíneas asociadas tales como *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola* y *B. decumbens*.

Según la Guía de Reforestación de El Semillero, el yopo se adapta bien en sitios con una temperatura media de 25°C y pluviosidad anual entre 1500 y 2500 mm. Requiere suelos franco-arcillosos a franco-arenosos y soporta suelos ácidos a neutros. Prefiere los suelos profundos y bien drenados; tolera las inundaciones temporales y la salinidad, y crece bien en zonas aluviales. Los trabajos recientes de CIPAV permiten afirmar que la especie se adapta bien a zonas con precipitaciones superiores a 3500 mm anuales. Calle et al 2012

Foto 1. Árbol de yopo (*Anadenanthera peregrina*)



Fuente: Los autores

1.7.1.1 Características del yopo. La corteza es delgada, corchosa, rugosa y de color café o gris. Las hojas, de 12 a 30 centímetros de largo, son bipinnadas y tienen 10 a 40 folíolos. Las inflorescencias están formadas por 35 a 50 flores blancas pequeñas dispuestas en racimos.

Foto 2. Floración del yopo (*Anadenanthera peregrina*)



Fuente: Los autores

El fruto es una vaina con forma de cinta de 1 a 5 centímetros de largo. Las semillas son semiredondas aplanadas de color café amarillento y tienen un diámetro de 1 a 3 milímetros. Calle et al 2012.

Foto 3. Frutos y semillas del yopo (*Anadenanthera peregrina*)



Fuente: Los autores

1.7.1.2 Usos del yopo Además de ser muy apreciado por su valor dendroenergético como leña y carbón vegetal, el yopo es útil en cercas vivas, barreras rompevientos, como árbol disperso en potreros, árbol cultivado en líneas en sistemas silvopastoriles y agroforestales, como especie ornamental o en la protección de cuencas.

Favorecen el crecimiento de las gramíneas asociadas tales como *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola* y *B. decumbens*. Las semillas de *Anadenanthera* contienen alcaloides y otros principios narcóticos que son la base de un polvo inhalable. Varias tribus de la cuenca alta del Orinoco en Colombia y Venezuela, y de la cuenca del río Negro utilizaban este potente alucinógeno en sus ceremonias y rituales. Incluso, el árbol era cultivado en algunas localidades de la cuenca amazónica, donde no era nativo. Los indígenas Piaroa elaboraban rapé con las semillas del yopo. Su uso era difundido también en Paraguay y entre los indígenas Mataco de la región del Gran Chaco en el norte de Argentina.

El yopo es útil en cercas vivas, barreras rompevientos, como árbol disperso en potreros, árbol cultivado en líneas en sistemas silvopastoriles y agroforestales, como especie ornamental o en la protección de cuencas. Calle et al 2012.

1.7.1.3 Variedades de yopo. En nuestro medio se distinguen dos variedades de yopo, que se diferencian en el tamaño del fruto, la coloración de las hojas, la tasa de crecimiento y la forma de la corteza en los árboles adultos.

La especie *Anadenanthera peregrina* se conoce con los nombres de yopo, yopo macho, yomba y lomo de caimán. La otra especie (*Piptadenia* aff. *opacifolia* Ducke según Luis Enrique Acero, denominada hoy en día *Piptadenia pteroclada* Benth.) se conoce como yopo, yopa, falso yopo o guayacán yopo. Las dos especies o variedades se confunden en la literatura científica y popular. Mientras algunos autores diferencian *Anadenanthera peregrina* y *Piptadenia opacifolia*, otros juntan ambos tipos bajo *Anadenanthera peregrina* o *Piptadenia peregrina*.

Lo cierto es que en los Llanos Orientales de Colombia hay por lo menos dos tipos de yopos, uno de los cuales es más reconocido por la calidad de su madera y el otro como una planta ritual o mágica, fuente de un fuerte alucinógeno. Calle et al 2012

1.7.1.4 Propagación. Las semillas del yopo, de germinación fácil y rápida, son de tipo ortodoxo y se pueden almacenar a 4°C en bolsas plásticas durante 6 meses o más. Como tratamiento pregerminativo se recomienda la escarificación mecánica con lija hasta que la semilla adquiera un aspecto poroso. A partir de semillas de buena calidad es posible obtener hasta 20.000 plántulas por kilogramo. La germinación inicia dos a cuatro semanas después de la siembra. Las semillas se dejan en agua entre 18 y 24 horas; las hinchadas se llevan al germinador de inmediato y las otras se dejan más tiempo en remojo. Calle et al 2012

1.7.1.5 Germinación. Es recomendable construir un germinador sencillo con materiales disponibles en la finca. Para 1 kilogramo de semilla se requiere un área mínima de 3 m². Se prepara una mezcla de arena y abono orgánico o tierra negra en proporción 3:1, sobre la cual se disponen las semillas en pequeñas zanjas a una profundidad aproximada de 1 centímetro y se cubren con sustrato. Se recomienda cubrir los germinadores con una lona a una altura de 20 centímetros, o con hojas secas de plátano o palma con el fin de acelerar la germinación y evitar que el riego o la lluvia destapen la semilla. El material de cobertura se debe retirar una vez inicie la germinación. Trujillo 2007

1.7.1.6 Trasplante y ahoyado Cuando las plántulas alcanzan una altura entre 5 y 8 centímetros se trasladan a bolsas con sustrato compuesto por tierra negra o abonada con compuestos orgánicos maduros, mezclada con un 30% de arena o cascarilla de arroz. Es importante extender y enderezar las raíces de la plántula dentro de la bolsa. Esta actividad debe hacerse a la sombra, exponiendo las plántulas gradualmente a la luz.

Es conveniente regar las plántulas todos los días preferiblemente durante las horas más frescas. El material está listo para la siembra cuando tiene: 1) tallos lignificados y vigorosos, 2) hojas de buen color (no cloróticas o pálidas), 3) altura de 25 centímetros medida a partir del cuello de la raíz.

Con respecto al ahoyado en terrenos que han tenido un uso ganadero prolongado, es conveniente descompactar el suelo en forma mecánica o manual para facilitar el desarrollo de las raíces.

Hueco listo para siembra del yopo, 30 x 30 x 30 centímetros, con un repicado en el fondo. Trujillo 2007

Foto 4. Ahoyado para el yopo (*Anadenanthera peregrina*)



Fuente: Los autores

1.7.2 Melina Arbórea: *Gmelina arborea*

Nombre científico: *Gmelina arborea* (Roxb.)

Nombres comunes: En América tropical se le conoce como melina, en Indonesia se le conoce como yemane y en la India gamari o gumadi. Otros nombres son gemelina, gmelina, gumhar, kashmir tree, malay beechwood, snapdragon, teca blanca, yemani (Birmania), so, so-maeo (Tailandia), kumhar, sewan (Pakistán), shivani (Indias central), gamar (Bangladesh).

1.7.2.1 Descripción de la especie. Melina (*Gmelina arborea*L. Roxb) es una especie forestal, originaria del sureste asiático. En Colombia se ha plantado esta especie desde 1980 por las empresas Pizano SA y Monterrey Forestal Ltda, siendo ahora un maderable comercial más frecuente para reforestar e implementar sistemas silvopastoriles. Pizano. 2007.

La especie se adapta moderadamente y sobrevive bien en una amplia gama de tipos de suelos: suelos ácidos, arcillas calcáreas y suelos lateríticos. Crece mejor en suelos fértiles, jóvenes y con buen drenaje, donde la precipitación anual fluctúa entre 1200 y 4500 mm, la temperatura fluctúa entre 12 y 45 °C, y las elevaciones fluctúan entre el nivel del mar y 1000 m (Lamb, 1968; National Academy of Sciences, 1980; Smitinand *et al.*, 1975; Soerianegara y Lammens, 1994), citados por Pizano. 2007.

La *Gmelina arborea* 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. Crece usualmente con un fuste limpio de 6 hasta 9m y con una copa cónica.

Según la Guía de Reforestación de El Semillero, *Gmelina arborea* se adapta bien en sitios con una temperatura media de 25°C a 35°C y pluviosidad anual entre 700 y 4500 mm. Requiere suelos profundos, húmedos, bien drenados y prefiere PH alcalinos o ligeramente ácidos.

Foto 5. Árbol de Melina (*Gmelina arborea*)



Fuente: Los autores

1.7.2.2 Características de la melina arbórea La Corteza es lisa o escamosa, de marrón pálida a grisácea; en árboles de 6-8 años de edad se exfolia en la parte engrosada de la base del tronco y aparece una nueva corteza, de color más pálido y lisa.

Las hojas son grandes (10-20 cm de largo), simples, opuestas, enteras, dentadas , usualmente más o menos acorazonadas, de 10-25 cm de largo y 5-18 cm de ancho, decoloradas, el haz verde y glabra, el envés verde pálido y aterciopelado, nerviación reticulada, con nervios secundarios entre 3 y 6 pares y estípulas ausentes.

Usualmente, la especie bota las hojas durante los meses de enero o febrero en casi todas las regiones donde se cultiva. Las hojas nuevas se producen en marzo o a principios de abril.

Las flores son numerosas, de color amarillo-anaranjadas, en racimos, monoicas perfectas, cuya inflorescencia es un racimo o panícula cimosa terminal, cáliz tubular, corola con 4-5 sépalos soldados a la base del ovario, de color amarillo brillante, cáliz 2.5 cm de largo y 4 estambres.

La floración ocurre justo cuando las hojas han caído o cuando las nuevas hojas comienzan a desarrollarse. En su área de distribución natural la melina florece los meses de febrero a abril.

La *G. arborea* inicia su época de floración y fructificación entre los 6-8 años, sin embargo en algunas plantaciones florece a partir del tercer año. Lega 1988.

Foto 6. Floración y frutos de Árbol de Melina (*Gmelina arborea*).



Fuente: El Semillero. 2007. Tomado de: <http://elsemillero.net/nuevo/semillas/melina.html>

El fruto es de tipo carnosos tipo drupa, de forma ovoide u oblonga, carnosos, suculentos, con pericarpo coriáceo y endocarpo óseo, de color verde lustroso, tornándose amarillo brillante al madurar, momento en el que caen al suelo, lo que facilita su recolección.

Entre los frutos caídos naturalmente del árbol, los más indicados de recolectar son los de color verde amarillento, debido a que tienen el mayor porcentaje de germinación.

Las semillas de esta especie se encuentran formando parte del endocarpo del fruto, son de forma elipsoidal, comprimidas, de 7-9 mm de largo; testa color café, lisa, opaca, membranosa, muy delgada; el embrión es recto, comprimido, de color amarillo-crema y ocupa toda la cavidad de la semilla; los cotiledones son dos, grandes, planos, carnosos y elipsoidales; la radícula es inferior y corta.

Hay de 1 a 4 semillas por fruto, con promedio de 2.2 semillas /fruto, aunque se ha demostrado que el número de semillas por fruto varía dependiendo del origen de la fuente semillera. Alizaga y Herrera 2001.

Foto 7. Frutos y semillas de Árbol de Melina (*Gmelina arborea*).



Fuente: El Semillero. 2007. Tomado de: <http://elsemillero.net/nuevo/semillas/melina.html>

1.7.2.3 Usos de la melina arborea. Su uso es principalmente en la industria maderable para la construcción de barcos, muebles, ebanistería, molduras, pisos livianos, instrumentos musicales.

Postes para potreros.

Leña y carbón para los asaderos.

Forraje: los frutos y la corteza también son eventualmente consumidos por el ganado.

Medicinal: tanto los frutos como la corteza tienen propiedades medicinales contra las fiebres biliosas.

Industrial: las flores producen abundante néctar, fuente de miel y para el cultivo de gusano de seda, tanto la ceniza de la madera como los frutos, producen tinta amarilla muy persistente.

Por su virtud de rápido crecimiento, es una especie de uso múltiple que presenta gran potencial agroforestal, puede emplearse como cerca viva, cortina rompevientos y linderos maderables.

1.7.2.4 Variedades y propagación de la melina. Han sido reportadas tres variedades de la especie: *Gmelina arborea* var. *arborea*, *Gmelina arborea* var. *glaucescens* y *Gmelina arborea* var. *canencens*, y su mayor diferencia está dada por su distribución natural.

La propagación de una plantación de melina la selección del sitio es fundamental y se deben preferir aquellos suelos que sean profundos y con texturas areno-arcillosos.

Una estricta escogencia de la fuente de germoplasma (semilla o clon) determina en gran medida la productividad de la plantación.

Es común en nuestro medio poner la semilla en agua por tres días y luego extenderla al sol, regándola todos los días hasta que inicie el proceso germinativo.

Una práctica recomendada, consiste en dejar la semilla en agua durante la noche y ponerla al sol durante el día durante cinco días, luego de ese periodo, cuando las semillas muestren síntomas de pregerminación se procede a su siembra. Las semillas que floten en el agua deben ser descartadas del proceso.

El período de remojo no afecta de manera significativa el porcentaje, ni la velocidad de germinación de las semillas, sin embargo, las semillas grandes tienen un mayor porcentaje y velocidad de germinación que las semillas medianas y pequeñas, por lo que es recomendable sembrarlas separadas para reducir la variabilidad en el lote de plantas.

También se ha practicado sumergir la semilla en agua a temperatura ambiente durante 24 horas y una vez fuera del agua se recubren con una capa de hojas secas de plátano o sacos de tela, previamente humedecidos y luego se debe remojar diariamente el lote hasta que la semilla muestre signos de germinación, la cual ocurrirá entre una a 3 semanas.

La melina presenta una germinación epigea, primero emerge la radícula, luego surgen los cotiledones.

El porcentaje de germinación de la semilla fresca es elevado; sin embargo, después de estar almacenada por un año pierde un alto porcentaje de su viabilidad original. En la India se observó que el porcentaje de germinación de la semilla fresca fue de 90%, pero después de un año descendió hasta un 30%.

Para producir un kg de semilla de *melina* (*Gmelina arborea*) se necesitan aproximadamente 14 kg de frutos. Lega 1988.

1.7.2.5 Propagación asexual. La melina es una de las especies forestales de mayor facilidad de propagar vegetativamente. Es una especie con gran capacidad de rebrote y enraizamiento y no requiere de condiciones especiales para lograrlo.

En términos generales el protocolo de enraizamiento es como sigue:

1. Se cosecha cada quincena, los brotes tiernos del tocón o de los ramitos de árboles.
2. En algún sitio a la sombra, de cada uno de los brotes cosechados, se obtiene una o más estaquillas de unos 4-6 cm de longitud, dejando solamente una hoja original, que es reducida hasta aproximadamente 1/5 de su lámina. Gamboa y Abdelnour 1999

Foto 8. Platines en vivero de Melina (*Gmelina arborea*).



Fuente: Grupo Los Nacientes, San Carlos 2010.

Preparación de estaquillas de melina para su enraizamiento (izquierda). Estaquilla de 30 días, lista para ser plantada. (Grupo Los Nacientes, San Carlos).

3. Las estaquillas deben sembrarse en bandejas dentro de un invernadero con paredes y techo de zarán (50-60% de control de luz) en un sustrato preferiblemente de aserrín viejo de la misma melina. Puede utilizarse también la arena como sustrato para el enraizamiento.
4. El proceso de enraizamiento tarda unas 2-3 semanas, pero es importante aclimatar y homogenizar en tamaño y desarrollo el material por al menos 1-2 semanas. Todo el proceso de reproducción con este sistema tarda unos 28-35 días.

1.7.2.6 Trasplante. Es conveniente la siembra de las semillas en camas con un sustrato que contenga tierra común de vivero y arena de río en partes iguales, previamente esterilizados ya sea con sol (solarización) o con un producto químico o natural.

Una vez las plantas tienen de 2 a 8 cm., se procede a trasplantarlas a bolsas y sigue las siguientes actividades.

Llenado de bolsas con tierra fértil y cascarilla a una proporción del 20%, se establece una polisombra mínimo del 65%, indispensable para el trasplante.

Para el trasplante, se extraen las plántulas una a una protegiendo la raíz del aire y del sol, se procede a sacar en un balde con agua fresca, sumergida únicamente la raíz, y se colocan en un hoyo central hecho con una estaca en el centro de la bolsa, (con el sustrato húmedo), con las raíces extendidas hacia abajo y rectas.

El riego después del trasplante debe hacerse a diario de preferencia en las primeras horas del día o en las últimas de la tarde.

Después del trasplante hay un periodo muy variable y debe ser lo suficientemente largo para el buen desarrollo de las plantas, estas deben alcanzar una altura de 6 a 25 cm para llevar a campo. Gamboa y Abdelnour 1999

1.7.2.7 Ahoyado. Se recomienda que los hoyos tengan por lo menos 25 centímetros de ancho y 30 centímetros de profundidad. Esta característica del hoyo ayuda a que la planta tenga un área de crecimiento radicular en los primeros meses, lo que permite un mejor aprovechamiento de nutrientes y absorción de agua.

Cuando se realizan hoyos superficiales y cónicos, la planta tiene mayores problemas para desarrollar sus raíces en corto tiempo y se convierte en una planta menos resistente para soportar el primer período de verano, el cual es un período crítico.

Cuando se realiza el ahoyado se debe tener el cuidado de separar la capa superficial del suelo para colocarla en el fondo del hoyo al momento de plantar. La capa superficial es la que tiene más nutrientes y debe colocarse cerca de las raíces para que puedan aprovechar rápidamente los nutrientes que contiene. Cadena y Guauque 2009.

1.7.3 Acacia Mangium: *Acacia mangium Willd*

Nombre Científico: *Acacia mangium Willd.*

Nombre Común: Mangium, Acacia, Acacio en el Bajo Cauca

Es una especie nativa del noreste de Australia, Papúa Nueva Guinea y las islas Molucas al este de Indonesia; es una leguminosa de la familia Mimosaceae. 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.

Las hojas en sus primeras etapas de desarrollo son compuestas pero rápidamente son reemplazadas por filodios cuya apariencia es la de una hoja entera de gran tamaño (10X25 cm), con cuatro nervaduras longitudinales.

La historia de la Acacia en las tierras latinoamericanas empieza en la década de los 80, cuando fueron introducidas especies traídas de Asia, con el fin de realizar ensayos para establecer plantaciones forestales sostenibles y productivas. Dichos estudios se adelantaron principalmente en Costa Rica y Cuba¹. a través de plantaciones en zonas de pastoreo cuya baja calidad de los suelos originaba problemas de alimentación y nutrición en el ganado. Los excelentes resultados de estas plantaciones mostraron una alternativa económica y ecológica para los sistemas silvopastorales y agroforestales al lograrse la recuperación los suelos, hecho que provocó que la Acacia fuera introducida también en otras regiones de América Latina con un doble propósito: Madera y recuperación del Suelo. Rodríguez y Clavero 1996

Actualmente, la especie se distribuye geográficamente en países como Panamá, Costa Rica, Colombia, Cuba, Venezuela, Ecuador, Nicaragua, República Dominicana, Honduras y en otras áreas como Camerún, La India y Filipinas.

Según Ladrach (2010), la *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.

Foto 9. Arboles de Acacia (*Acacia Mangium*) en cerca viva



Fuente: Los autores

1.7.3.1 Características de la Acacia Mangium. Las hojas en sus primeras etapas de desarrollo son compuestas pero rápidamente son reemplazadas por filodios cuya apariencia es la de una hoja entera de gran tamaño (10X25 cm), con cuatro nervaduras longitudinales.

Foto 10. Plantin de Acacia (*Acacia Mangium*) en cerca viva



Fuente: Los autores

Las inflorescencias aparecen en espigas de hasta 10 cm de largo; sus flores son pequeñas, bisexuales color blanco o crema.

Foto 11. Floración de Acacia (*Acacia Mangium*)



Fuente: Los autores

Los frutos son vainas finas de 7 a 8 cm de longitud retorcidas y agrupadas en masas irregulares; Las semillas son negras, elípticas pequeñas, con un funículo amarillo o naranja. El número de semillas por kilo es de 66.000 a 120.000.

Foto 12. Semillas de Acacia (*Acacia Mangium*)



Fuente: Los autores

1.7.3.2 Usos de la Acacia Mangium. No es una especie tolerante a la sombra; crece mejor en sitios fértiles con buen drenaje pero puede tolerar suelos de baja fertilidad y drenaje impedido. Los árboles jóvenes son susceptibles al fuego.

Presenta buenas características como materia prima para la industria del papel (pulpa); se usa también como combustible (leña), para la construcción y como madera para mueblería; es una especie con buenas características para usarla en el control de erosión (7). Tiene un buen potencial para ser usada en postes. Se puede plantar como cortinas rompevientos en sistemas agroforestales, en caminos y cercas, como ornamental, para esencias aromáticas y obtención de taninos y, además, las hojas pueden emplearse como forraje animal (8)

Una de las grandes virtudes de la *Acacia Mangium*, es su valor como regeneradora de suelos en alto grado de desgaste ó erosión, en los que actúa como fijadora de nitrógeno

y fósforo permitiendo que éstos recuperen su estado natural y sus propiedades para que sean aprovechados en diferentes actividades agrícolas.

Se caracteriza por ser una madera dura, resistente y densa, frecuentemente comparada con la madera de Teca (*Tectona grandis*) -de alta calidad- y con la del Nogal (*Cordia Alliodora*). Bolívar et al 1999

Estas cualidades la han hecho atractiva en los mercados nacionales e internacionales para fabricar muebles finos, para ebanistería de alta calidad y para el área de la construcción en la fabricación de gabinetes, marcos para puertas, ventanas y molduras.

En este sentido, la necesidad de plantaciones de la especie, ha impulsado también la comercialización de sus semillas a nivel internacional. Se estima que el promedio del valor de las semillas de la *Acacia Mangium* es de sesenta dólares (US\$60.00) por cada kilogramo., semillas que particularmente son importadas por países de América Latina desde Nueva Guinea y/o Australia y que son a su vez exportadas desde algunos países como Nicaragua o Colombia a otros de la misma región. *Revista M&M*

1.7.3.3 Propagación: Esta especie produce semillas viables a partir del segundo año; un árbol maduro produce 0.5 a 1 kg de semillas por año. Un kilo contiene entre 80.000 y 110.000 semillas. Estas semillas mantienen un buen poder germinativo (76 - 80%) por varios años, sin tratamiento especial. Las vainas deben colectarse cuando empiezan a tornarse color café, antes de que se sequen completamente y se abran, dejando caer las semillas. Un kilo de vainas produce 90 g de semillas.

1.7.3.4 Germinación: Las semillas deben tratarse con agua hirviente por 30 segundos, y después dejarse en remojo en agua fría. Las semillas tratadas se siembran al voleo en germinadores de arena para posterior repique, o directamente en bolsas de polietileno, con 2-3 semillas por bolsa. No deben enterrarse mucho. La germinación empieza a los 3 días y se completa en 8-10 días. Las plántulas crecen rápidamente

siempre y cuando estén provistas de suficiente humedad. En 4-6 semanas, aparecen los primeros filodios: en este momento se pueden repicar las plantas del germinador a las bolsas de polietileno. García et al 2006.

1.7.3.5 Trasplante: Una vez las plantas tienen de 2 a 6 cm, se procede a trasplantarlas en bolsas y se siguen las siguientes actividades:

Se coordina el llenado de bolsas con tierra fértil y cascarilla a una proporción del 20%, se establece polisombra de mínimo el 65%.

Para el trasplante se extraen las plántulas una a una protegiendo la raíz del aire y del sol, se pueden colocar en un balde con agua fresca, sumergida únicamente la raíz, se toman una a una sin presionar el tallo ni la raíz, y se colocan en un hoyo central hecho con una estaca en el centro de la bolsa, (con el sustrato húmedo), con las raíces extendidas hacia abajo y rectas.

Las plántulas deben ser retenidas en el vivero por 12 - 16 semanas para llevar al campo plántulas de 30 - 40 cm. Durante la fase de vivero se recomienda regar regularmente de manera de mantener el sustrato de las bolsas húmedo. La limpieza de malezas debe ser manual y periódicamente teniendo cuidado de no dañar la plántula. Bolívar et al 1999

1.7.3.6 Ahoyado: Procedimiento que se realiza con un palín, procurando que el tamaño del hoyo sea de 30cm. x 30cm, el tamaño puede ser mayor o menor dependiendo de las características del suelo; si son sueltos, profundos, equilibrados es posible un hoyo más pequeño. Los árboles se establecen sin la bolsa y a nivel de la superficie del suelo compactado bien.

1.8 EXPERIENCIAS CON TRES ESPECIES ARBÓREAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL PIEDEMONTE LLANERO.

Evaluaciones realizadas por CORPOICA han arrojado resultados alentadores con materiales arbóreos como son: *Gmelina*, *Acacia mangium* y Yopo, en realidad estas evaluaciones abarcan más materiales arbóreos pero para lo que compete la temática de este trabajo solo haremos referencia en los citados anteriormente. Estos resultados se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Altura y diámetro basal de árboles con 16 a 20 meses de sembrados en franjas, cercas vivas y bosquetes en potreros. Piedemonte llanero

Árbol	Número de fincas*	Promedio altura (m)	Rango de Altura (m)	DAP (cm) Promedio
<i>Acacia mangium</i>	31	2.85	2.1 a 4.0	2.4
<i>Gmelina arbórea</i>	12	2.76	1.6 a 3.7	1.9
Yopo	13	2.10	2.0 a 2.8	1.3

* 10 árboles muestreados por finca. DAP: Diámetro a la altura del pecho

Fuente G. Bueno *et al.*, (2009)

1.8.1 Experiencias con Yopo.

Actividades de reconversión ganadera iniciadas en mayo de 2007 en la Hacienda Andorra, municipio cubarral Meta, en el Piedemonte llanero con el diseño y asesoría técnica de CIPAV y el apoyo de Cormacarena.

1.8.1.1 Desempeño de los árboles sembrados.

De un total de 5473 árboles de 21 especies que fueron sembrados en 2007 en la finca Andorra, se registró una mortalidad de solo 0,4% un año más tarde. Esta cifra revela el compromiso del propietario con su proyecto de reforestación, porque llevó a cabo todas

las resiembras necesarias para conservar la densidad inicial de siembra. El yopo tuvo una mortalidad inferior a 1%.

Con el fin de evaluar el crecimiento de la plantación durante el primer año se hicieron mediciones en una muestra aleatoria de 15% de los árboles sembrados en nueve parcelas.

En el siguiente cuadro se compara el crecimiento del yopo con el de las otras tres especies numéricamente más importantes en el proyecto: melina *Gmelina arborea*, acacia *Acacia mangium* y cachimbo *Erythrina fusca*

En promedio el yopo alcanzó un diámetro a la altura del pecho de 2,4 centímetros, superado solo por la melina, y alcanzó una altura de 2,9 metros superada solo por la acacia. Sin embargo, en siete de las nueve parcelas el árbol con mejor desempeño fue un yopo, mientras que en las dos restantes, los individuos de mejor desempeño fueron una melina y una acacia. Torres, et al 2002

Tabla 3. Experiencias en Finca la Andorra Cubarral - Meta

Tipo de sistema	Distancia de siembra y arreglo espacial	Siembra	Observaciones
Regeneración natural de yopo en potreros (árboles en baja densidad)	Cerca de 100 árboles de diferentes edades por hectárea. No más de 20 adultos por hectárea en sitios de pastoreo con braquiarias (B.	Raleo de la regeneración natural en potreros, traslado de plántulas nacidas espontáneamente o siembra de material de vivero.	La cercanía entre árboles favorece el desarrollo de fustes rectos, con pocas ramas bajas. Se requieren podas de formación.

	decumbens, B. brizantha, B. humidicola, B. dyctioneura) asociadas a leguminosas como kudzú Pueraria phaseoloides o maní forrajero Arachis pintoi.		
Yopos en cercas vivas mixtas, corredores viales y cortinas rompevientos.	En cercas vivas, yopos cada 6 metros alternados con palmas y árboles de menor porte y copa reducida. En cortinas rompevientos, los yopos se asocian con hileras de palmas nativas y arbustos como botón de oro Tithonia diversifolia en alta densidad.	Siembra en el sitio o traslado de plántulas de áreas de regeneración.	No se debe grapar directamente el alambre sobre el tronco del yopo. Se recomienda el uso de cerca eléctrica para reducir los costos de establecimiento y evitar el daño del ganado.
Restauración ecológica de áreas degradadas y	Siembra o manejo de la regeneración sin un patrón	Siembra en el sitio o traslado de plántulas de áreas	La protección con cerca eléctrica es importante para

bosques ribereños.	geométrico pero en alta densidad en la ronda del río o de los humedales. Los yopos adultos deben quedar a una distancia mínima de 8 metros.	de regeneración.	defender a los árboles del ganado. A partir del segundo año se debe enriquecer el sistema con especies de lento crecimiento y alto valor ecológico (alimento de fauna).
Banco forrajero mixto para corte y acarreo, con sombrío de yopos	Plantas forrajeras tolerantes a la sombra como nacedero Trichanthera o bore Xanthosoma aggitifolium (10.000 o más arbustos ha-1) con sombrío de yopos (hasta 40 árboles ha-1). Cobertura del suelo con maní forrajero Arachis pintoi	Preparación del terreno con descompactación y enmiendas para la acidez y el fósforo (encalado y P2O5). Plántulas de vivero o traslado de plántulas que regeneran en potreros.	Se cosechan surcos completos de cada especie forrajera según la tasa de crecimiento en el sitio.
Sistema silvopastoril intensivo de arbustos forrajeros	Franjas de Tithonia diversifolia y Cratylia argentea para	Preparación del terreno con descompactación, y enmiendas para la	Sistema adecuado para el piedemonte llanero. Los yopos se benefician de

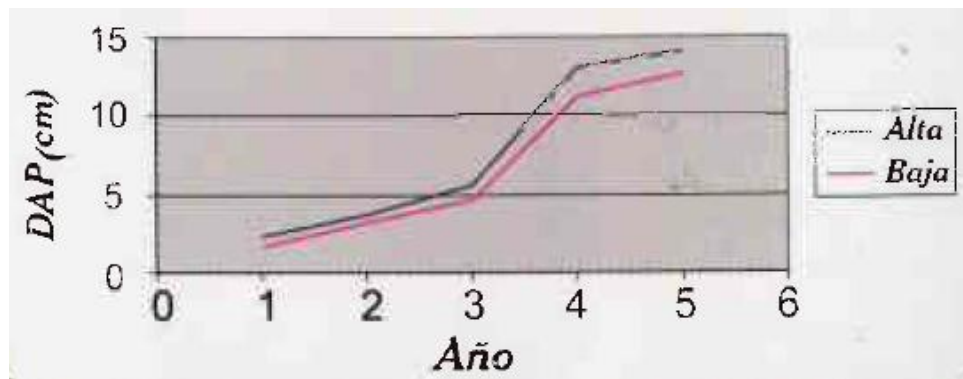
con yopos y otros árboles maderables.	ramoneo intercaladas con franjas de sombrío de yopo Anadenanthera peregrina, Acacia mangium e iguá, Albizia guachapele. Franjas de pastoreo con braquiarias (B. decumbens, B. brizantha, B. humidicola, B. dictioneura) asociadas a leguminosas como kudzú Pueraria phaseoloides o maní forrajero Arachis pintoi.	acidez y el fósforo (encalado y P2O5). Botón de oro a 1,5 metros entre surcos; árboles en líneas triples o cuádruples cada 20 metros. Yopos a 4 x 4 metros, acacias a 2 x 2 metros.	una poda de realce (ramas bajas). Con 500 árboles y 5000 arbustos por hectárea, este sistema es elegible para Incentivo a la Capitalización Rural (ICR), otorgado por FINAGRO.
---------------------------------------	---	---	--

Fuente: Calle et al 2012

1.8.2 Experiencias con Acacia Mangium

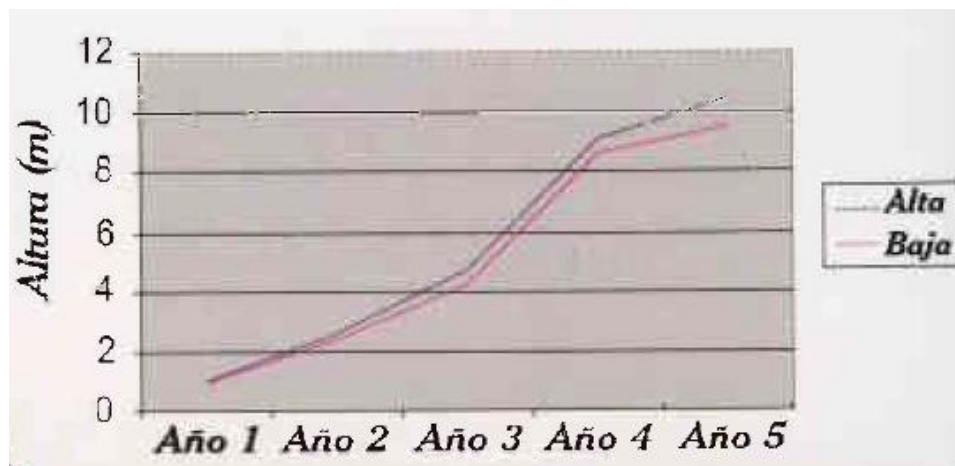
En el 2007, luego de ocho años de procesos de investigación y validación de Corpoica en el C.I Carimagua y en Puerto Lopez, la especie Acacia Mangium (Wild) alcanza los 10 metros de altura y un diámetro a la altura del pecho (DAP) entre 10 y 12 cm) figura 4 y 5 .

Figura 4. Curva de crecimiento (DAP) de *Acacia mangium* bajo dos niveles de fertilización en el C.I Carimagua.



Fuente: Álvarez y García et al 2007

Figura 5. Curva de crecimiento (Altura) de *Acacia mangium* bajo dos niveles de fertilización en el C.I Carimagua.



Fuente: Álvarez y García et al 2007

2. GLOSARIO.

Adaptación: es un proceso fisiológico o rasgo morfológico o del comportamiento de un organismo que ha evolucionado durante un período mediante la selección natural de tal manera que incrementa sus expectativas a largo plazo para reproducirse con éxito.

Especies arbóreas: El término hace referencia habitualmente a aquellas plantas cuya altura supera un determinado límite, diferente según las fuentes, 2 metros, 3 metros, 5 metros o los 6 en su madurez. Además, producen ramas secundarias nuevas cada año que parten de un único fuste o tronco, con claro dominio apical, dando lugar a una nueva copa separada del suelo

Germinación: Es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: temperatura, agua, oxígeno, y sales minerales.

Sistemas agroforestales: Son una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la Sostenibilidad.

Palatabilidad: Conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo dicho alimento sea más o menos placentero.

Sistema: un sistema es una estructura de componentes que interactúan entre sí y con un entorno, para producir efectos previstos y avanzar en su adaptación.

Sistema Silvopastoril: Un sistema Silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), interactuando con los componentes tradicionales (forrajas herbáceas y animales), y todos ellos están bajo un sistema de manejo integral

Tres bolillos: sistema de siembra que consiste en poner en el campo las plantas formando un triángulo equilátero. Se utiliza en suelos de ladera y el objetivo fundamental es disminuir los efectos erosivos del agua, pero deben acompañarse de otras prácticas como labranza mínima, control racional (no exhaustivo) de arvenses, barreras vivas y otras, en función de la pendiente del terreno.

Vivero: Es un conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se plantan, germinan, maduran y endurecen todo tipo de plantas. Frecuentemente se le da nombre de vivero a los establecimientos comerciales que solo venden plantas (sin producción)

3. CONCLUSIONES.

La ganadería en la región orinocense está caracterizada por una baja eficiencia en el uso del suelo, sumado a un gran deterioro ambiental a causa de problemas como la deforestación, las quemadas, la erosión y la pérdida de la biodiversidad, es por este motivo que la ganadería bovina es vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica. Es necesario contemplar alternativas que permitan solucionar los problemas relacionados con su actual sistema de producción. Los sistemas silvopastoriles son una alternativa importante para lograr este cometido. Por esta razón, es necesario tener en cuenta el tipo de especies arbóreas que se van a utilizar. El yopo, la melina arborea y la acacia mangium son árboles que han mostrado potencial de adaptación y con ello excelente desarrollo en su interacción con los sistemas y se perfilan como opciones de primera mano para el uso racional de los árboles con integración permanente con el sector pecuario.

El yopo presenta unas características muy atractivas en asocio con las gramíneas; en primer lugar por su condición de leguminosa al aportar nitrógeno atmosférico al suelo, por otro es una planta autóctona que por su estructura (hojas diminutas) y ramas no aglomeradas, permiten que la luz solar penetre sin dificultad a la base, permitiendo al pasto un buen desarrollo, esto hace que las gramíneas no sufran traumatismos y haya una competencia directa por luz.

La *Acacia mangium* es al igual que el yopo una leguminosa, que aunque es una planta foránea, ha mostrado gran adaptación a nuestro medio prueba de ello es su excelente desarrollo en las condiciones particulares de suelos de la región orinocense que carece de una buena calidad nutricional.

La melina arborea que parece una planta más exigente en requerimientos de suelo, ha mostrado un gran potencial, de desarrollo y cobra cada vez más importancia, las corporaciones de investigación la tienen entre las tres primeras especies recomendadas para la implementación de reforestación, incluyendo los sistemas silvopastoriles.

Desde el punto de vista tecnológico, las alternativas silvopastoriles contribuyen a un menor grado de compactación del suelo, esto contribuye a mejorar las condiciones de fertilidad del suelo.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acero Duarte & Luis Enrique, Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. 2005. Corporinoquía, BP, Ecopetrol Disponible en: http://issuu.com/zona_grafica/docs/plantas_frio/4

Acero, L.E. 2010. Plantas útiles de la cuenca del Orinoco, segunda edición. Ecopetrol-BP Corporinoquia. 192 p.

Alizaga, R. y Herrera, J. 2001. Tratamiento pregerminativos en semillas de melina (*Gmelina arborea*). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Tecnología en Marcha. 14: 2, 52-58 p.

ASISTEGÁN. FEDEGÁN – FNG, CIPAV. Bogotá, Colombia. 97 p Moreno, F., Bustamante, C., Murgueitio, E., Arango, H., Calle, Z., Cuartas, C., Naranjo, J. y Caro, M. 2008. Medidas integrales para el manejo ambiental de la ganadería bovina. Cartilla # 3. Recurso Natural Flora. FEDEGÁN, SENA, CIPAV. Bogotá, Colombia. 46 p

Álvarez, M. y García, F. 2007. Acacia. *Acacia mangium* (Wild). Plegable divulgativo N° 54. CORPOICA – CIAT. Villavicencio. Meta. 2 p.

Armenteras Pascual, D., Cadena Vargas, C.E. y Moreno, R.P. 2007. Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia . Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Santafé de Bogotá.

Benavides J. 1998. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Conferencia Electrónica FAO-CIPAV Agroforestería para la producción animal en América Latina. Editado por: M. Rosales, M. Sánchez, E. Murgueitio, H. Osorio, y A. Speedy. CIPAV, Cali, Colombia.

Bolívar, D.; Ibrahim, M.; Kass, D.; Jiménez, F. ; Camargo, J. 1999. Productividad y calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* en Monocultivo y en asocio con *Acacia mangium* en suelos ácidos en el Trópico húmedo. *Agroforesteria en las Americas*. Vo. 16, No. 23, 1999, pp. 48 - 50.

Botero R y Russo R. 1998. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos. En: Conferencia Electrónica FAO-CIPAV Agroforestería para la producción animal en América Latina. Editado por: M. Rosales, M. Sánchez, E. Murgueitio, H. Osorio, y A. Speedy. CIPAV, Cali, Colombia.

Bueno, G. A. 2009. Evaluación de especies arbóreas y alternativas forrajeras para la Altillanura Colombiana. CORPOICA – PRONATTA. Informe Técnico N° 10. Villavicencio. Meta. Colombia. 63 p.

Cadena, M.E., Guauque, G.A. 2009. Respuesta a la fertilización N:P:K en plantación de *Gmelina arborea*. Bosque Seco Tropical (Bajo Magdalena – Colombia). XIII World Forestry Congress . Buenos Aires. Argentina

Calle, Z; Galindo, A; Murgueitio, E. 2012. El yopo: Árbol llanero vital para los sistemas silvopastoriles de la cuenca del Orinoco. Carta Fedegan número 119.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. 1998. Sistemas Agroforestales. Ed: Jimenez, Vargas, A. Serie Técnica. Manual Técnico N° 32. Turrialba. Costa Rica.

El Semillero. Adaptación, usos, madera, vivero, rendimientos y silvicultura de 95 especies. <http://elsemillero.net/nuevo/semillas/yopo.html> Trujillo, E. 2007. Guía de reforestación. El Semillero. Bogotá, Colombia. 280 p.

Fassbender, H. W. 1987. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica. Serie de materiales de enseñanza N° 29 475.

Fassbender, H. W. 1993. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica.

Fonseca, I. y García, F. 2007. ABeCè Forestal Herramienta para tomar decisiones. Manual Técnico No. 11. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria “CORPOICA” – Gobernación del Meta. Villavicencio, Meta. Colombia. 114 p.

Gamboa, J. y Abdelnour, A. 1999. Micropropagación de melina(*Gmelina arborea* ROXB). Agronomía Costarricense 23(1). 69-76pp.

García, R. F. 2006. Sistemas agroforestales de Yopal: Diagnóstico y diseño. CORPOICA – MADR. Yopal.Casanare. 28 p.

García, R; Martínez, G; Álvarez, M. 2006. Acacia Mangium (*Acacia Mangium* Will) Especie arborea de uso múltiple, para la Orinoquia colombiana. Corpoica C.I la Libertad. Villavicencio – Colombia. 12 pag.

LADRACH, W. 2010. Expansion of pulp production in the third world. Disponible desde internet en [http:// www.alleghenysaf.org/winter_2010.htm](http://www.alleghenysaf.org/winter_2010.htm) (con acceso 26/02/10).

Lega, R. 1988. Estudio de la forma de *Gmelina arborea* Roxb. Análisis de las plantaciones de Manila, Siquirres. M.Sc. Tesis. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 146 p.

Martínez, A y García R. F. 2003. Desarrollo de Sistemas Agroforestales para la Orinoquia Colombiana. Boletín Divulgativo N° 12. CORPOICA – MADR. Villavicencio. Meta. 28 p.

Murgueitio E. 2009. Reconversión social y ambiental de la ganadería bovina en Colombia. World Animal Review. No. 93, FAO Rome.

Murgueitio E. 1999. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria en Colombia. En: Intensificación de la ganadería en Centro América. Beneficios económicos y ambientales. CATIE, FAO y SIDE, Turrialba, Costa Rica

Murgueitio E., Galindo, A. 2010. Estrategias silvopastoriles para las sabanas inundables en la región de la Orinoquia, Arauca (Colombia). En: VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible VI Congreso Internacional de Agroforestería para La Producción Pecuaria Sostenible, Ciudad de Panamá, Panamá, Septiembre 28 - 30 de 2010.

Pizano. 2007. Actividad forestal. [http:// www.pizano.com.co](http://www.pizano.com.co) . Consulta: diciembre de 2011

Polan, L.1995. Buscando soluciones para la crisis del agro. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).Serie Desarrollo Rural NE 12.50 p.

Revista M&M No. 46. Las Diez Especies TOP para Investigación y Desarrollo Forestal. Victor M. Nieto R. Ingeniero Forestal – Conif.

Rodríguez-Petit, A., T. Clavero, R. Razz. 1996. Evaluación del crecimiento de Acacia mangium Will sometida a defoliación. Taller internacional: Los árboles en los sistemas de producción ganadera. p. 45. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.

Torres, M; Otálvaro, N; Álvarez, W; Marín, J. 2002. Identificación botánica y caracterización bromatológica de las especies arbóreas y arbustivas locales reportadas como forrajeras por productores de los municipios de Mesetas, Vista hermosa, Lejanías y Puerto rico (Meta). CORMACARENA. Villavicencio. Meta. 150 p

Visita en línea disponible en:

<http://www.corantioquia.gov.co/docs/LOGROS/ACACIA.htm> (2) CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1992. Mangium, Acacia mangium Will.: especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, CR. CATIE. 62 p.

- Young, A. 1989. Agroforestry

Zapata, A. y Silva, BE. 2010. Reconversión ganadera y Sistemas Silvopastoriles en el departamento de Risaralda y el Eje Cafetero de Colombia. CARDER, CIPAV. Cali, Colombia. 112 p