

Aproximación al estudio y manejo de los árboles en pasturas en América tropical¹

Actualización: Marzo de 2012 Alfredo Ospina A. / Ing. Agrónomo / Colombia²

“... y una tarde de enero habíamos visto una vaca contemplando el crepúsculo desde el balcón presidencial, imagínese, una vaca en el balcón de la patria, qué cosa más inicua, qué país de mierda, pero se hicieron tantas conjeturas de cómo era posible que una vaca llegara hasta un balcón si todo el mundo sabía que las vacas no trepaban por escaleras, y menos si eran de piedra, y mucho menos si estaban alfombradas, que al final no supimos si en realidad la vimos o si era que pasamos una tarde por la Plaza de Armas y habíamos soñado caminando que habíamos visto una vaca en un balcón presidencial...”

Gabriel García Marquez
El Otoño del Patriarca
(Bogotá, Oveja Negra, 1978), 6

RESUMEN

En América Latina, especialmente en su región tropical, a partir del denominado Descubrimiento de América, con la introducción de especies animales domésticas en el siglo XV, se dio inicio a un proceso sistemático de deforestación y erosión del suelo que condujo a la destrucción de ecosistemas y hábitats, así como cambios significativos en las formas de vida de familias y comunidades rurales. Casi al final del siglo XX, con los desarrollos teóricos y prácticos de la Agroforestería se plantearon distintas opciones de producción pecuaria sostenible, en regiones donde la ganadería vacuna, especialmente, ha impactado negativamente en la conservación de la biodiversidad, suelo y agua.

Este documento realiza un acercamiento a la introducción y dispersión de especies animales domésticas en América tropical; se presenta aspectos generales de los árboles en pasturas como es la definición, tipos y características; se propone una

¹ Cite este documento así: OSPINA A., A. Aproximación al estudio y manejo de los árboles en pasturas en América tropical. [En línea]. Marzo de 2012. [Fecha de consulta]. Cali, Colombia. www.agroforesteriaecologica.com

² Autodidacta en Agroforestería ecológica. Correo electrónico: agroforesteriaecologica@gmail.com alfredospinante@hotmail.com y alfredosp@emcali.net.co



diferenciación entre árboles en pasturas convencionales y árboles en pasturas ecológicas; y se aproxima a la importancia documentada de los árboles en pasturas en América tropical. Finalmente se realiza una propuesta preliminar de instalación y manejo de la tecnología agroforestal *árboles en pasturas*.

Debido a la dispersión en América tropical de la tecnología agroforestal *árboles en pasturas* y la abundante documentación existente, en otra actualización del portal se incluirá la temática *Experiencias y biodiversidad vegetal de la tecnología agroforestal árboles en pasturas*.

INTRODUCCIÓN

El denominado Descubrimiento de América también trajo consigo la transformación del paisaje, debido a la sustitución gradual impuesta de los sistemas de producción del continente americano, que cambió el eje agrícola al pecuario, y las selvas y bosques de montaña fueron sustituidos por pasturas y áreas degradadas.

La introducción de especies animales, desconocidas en este continente, principalmente cuadrúpedos rumiantes de gran porte, cambiaron en adelante los usos del suelo, sistemas de producción, paisaje y los hábitos alimentarios de la región tropical americana. La cría de ganado vacuno era desconocida en tiempos prehispánicos, y fue a partir del segundo viaje de Cristóbal Colón, en 1493, que los bovinos, junto con otras especies herbívoras fueron introducidas y dispersadas de forma abrupta y amplia, casi sin restricciones, desde el borde del mar hasta las montañas de América Central y las crestas andinas de América del Sur.

Estas especies animales no habían coevolucionado con la diversidad de especies vegetales (pasturas y especies leñosas), parásitos y demás animales del continente americano, tampoco hacían parte de las culturas agrícolas prehispánicas, como sí había sucedido en África y Eurasia.

En muchos casos, debido a la ausencia de defensas naturales, las especies animales domésticas prehispánicas de América del Sur (llamas, alpacas, guanaco y vicuña), al entrar en contacto con las ovejas de Castilla, portadoras de vectores

infecciosos y garrapatas, se dio lugar a la pandemia de los camélidos suramericanos (Herrera, 2011, 92).

Desde África, a partir del siglo XVIII fueron introducidos a la región tropical del continente americano pastos más palatables y nutritivos, pero también más agresivos e invasores, erosionándose la diversidad de pastos nativos o *seminaturales* (Parsons, 1992a, 355-370); *pastos seminaturales* término que retomaron Sonia Ospina y otros (2009) al estudiar y reconstruir la memoria de la composición de los pastos asociados con árboles en diferentes paisajes ganaderos, que tradicionalmente manejan en las fincas de Muy Muy, en el departamento de Matagalpa, Nicaragua.

En América tropical, las selvas y bosques de montaña han recibido la agresión sistemática que ecosistema alguno haya padecido a partir de la última glaciación. Selvas, bosques andinos, de montaña y páramos parecen siempre menos importantes que cualquier pastura (Fig. 1), carretera, mina y, más reciente, las plantaciones de cipreses, eucaliptos y pinos, esos tapizados impermeables y silenciosos, donde no prospera planta alguna que alimente la fauna nativa. Esta visión de naturaleza obstáculo parece predominar desde 1492.



Figura 1. Deforestación e instalación de potreros, piedemonte vertiente oriental de la cordillera Oriental, departamento de Caquetá, Colombia. Año 2009.

Van Ausdal (2009) describió y estudió los procesos de deforestación y potrerización en regiones naturales de Colombia, entre 1850 y 1950. A pesar que de manera general se expresa que la ganadería vacuna ha causado su mayor impacto en zonas bajas de Colombia y América Latina desde mediados del siglo XX, Ausdal

plantea que este proceso corresponde realmente a una historia de larga duración, donde las selvas y bosques andinos, de acuerdo con las palabras de Medardo Rivas (1983, citado por Ibid., 133), en el caso de la cuenca del río Magdalena, a mediados del siglo XIX, los campamentos de trabajadores “*devoraban la montaña como por encanto*”.

La producción pecuaria de rumiantes (ganado vacuno, búfalo, caprino y ovino) está caracterizada por su producción de gases efecto invernadero (GEI), no sólo por la producción de metano (NH_4) y óxido nitroso (N_2O) en el tracto digestivo animal, sino por prácticas como la deforestación, utilización de insumos de síntesis química y la construcción de infraestructura especializada (FAO, 2009, 71).

El desconocimiento inducido de lo propio y originario luce como la principal agresión en un continente plétórico de riqueza natural y cultural, donde con tanta facilidad podría florecer por igual la felicidad humana. En cambio la fatalidad no podría ser mayor y los procesos de homogenización son mayores.

El *monocultivo* y la *uniformidad* genética con el engaño de incrementar la productividad constituyen clara expresión de la agricultura de revolución verde, que profundizó sus desarrollos durante el siglo XX en el continente americano (Mejía, 1995, 60-66), donde industrias monopólicas acaparan la producción de semillas modificadas, agroquímicos, equipos y herramientas, de esta manera, familias y comunidades rurales, quedan sujetas al dominio, la dependencia, y a su propio envenenamiento y tragedia.

Luego de la deforestación y la instalación de cultivos “limpios”, pasturas “limpias” y plantaciones forestales “limpias”, con la exposición a los pertinaces agentes erosivos tropicales (lluvia y viento) la degradación física, química y biológica del suelo, la contaminación y sedimentación de los cuerpos de agua, la intoxicación del aire y población rural por la aplicación de agrotóxicos, son consecuencias de mayor o menor magnitud que suceden a diario en todas las regiones naturales de América tropical. Sectores académicos, de investigación y medios de comunicación masiav

que promueven e instrumentalizan esta tragedia parecen mirar el techo mientras indígenas y campesinos, hombres y mujeres, agonizan envenenados por agroquímicos o son arrastrados por las avalanchas previsibles y periódicas.

Las expediciones botánicas del siglo XVIII en los Virreinos de Nueva España (actual México), Nuevo Reino de Granada (actuales Colombia y Panamá) y Perú vislumbraron por miles la riqueza florística del continente, más exuberante en tanto la proximidad con la línea ecuatorial y el aumento de las precipitaciones. Sin embargo, 200 años más tarde, en la vida republicana, manifiesta como independiente, los ministerios de agricultura de países de América Central y América del Sur, parecen haber copiado en simultáneo la misma política de fomento: impulso dominante del monocultivo y monocrianza animal, de preferencia con especies introducidas, con el enfoque hegemónico de revolución verde.

Existe un claro desconocimiento inducido de la diversidad de sistemas de producción tradicionales, de las especies autóctonas, prácticas de manejo y diversidad étnico cultural, en el continente donde florecieron las culturas agrícolas más sofisticadas, capaces de domesticar y protodomesticar, en distintas ecorregiones, en sólo pocos miles de años, la mayor diversidad de alimentos, como lo demostraron Hernández y León (1992). Este desconocimiento y diversidad material y cultural no pareció ruborizar al sector académico dominante de países de América tropical, tan dóciles y obedientes en remedar y reproducir recetas agrícolas de la zona templada, y contribuir a verter sobre los campos, campesinos y cuerpos de agua los venenos de la revolución verde.

Fue necesario que visionarios de otras latitudes, a mediados de la década de 1970, luego de recorrer e identificar sistemas de producción tradicionales de la región tropical anunciaran lo que era evidente: que en el campo las familias indígenas y campesinas poseen diversidad de sistemas de producción, con una serie de atributos y ventajas, donde en pequeñas parcelas asocian especies leñosas en medio de sus cultivos; que en medio de sus pasturas tienen árboles que les brindan sombra, madera, leña y embellecen el paisaje.

Además, estos visionarios, ante el evidente desconocimiento académico de los sistemas de producción tropicales, plantearon la denominación “Agroforestería”, para designar, estudiar e impulsar este tipo de sistemas de producción (Bene, Beall y Côté, 1977). De manera simultánea, desde esa época, Sanger (1977, 40) destacó la importancia de investigaciones de especies maderables en sabanas africanas.

Sanger (1977, 8) reportaron la existencia de grupos de investigación de la sabana, al final de la década de 1970, en varios países de la región centro occidental de África (Mali, Ghana, Nigeria, Sudan y Senegal). Luego, con la conformación de Icrat se constituirían otros grupos de investigación en este ecosistema.

Debido a la gravedad del impacto de la ganadería extensiva en la región tropical de África y América Latina, varias opciones tecnológicas, entre ellas los *árboles en pasturas* empezaron a investigarse en Icrat y otras entidades en África, así como en el Catie, en Costa Rica, y publicaron memorias de seminarios en África³ y América Latina⁴, así como revistas (Agroforestry, Agroforestry Today y Agroforestería en las Américas) y libros especializados⁵ a partir de la década de 1980. De tal manera que al final del siglo XX se contaba con experiencias exitosas e información de *árboles en pasturas*, y un marco teórico agroforestal que permitieron replantear la práctica colonial de la ganadería extensiva.

Casi 500 años atrás, durante tiempos de la Colonia española en países de América tropical, los poblados españoles se instalaron en lugares donde existieran o se

³ Entre otras se destaca el estado de conocimiento del impacto y opciones del pastoreo en varios países y regiones naturales de África presentado por Le Houérou (1980); la presentación del proyecto de Unesco Ipal-Integrated Project on Arid Land, de aprovechamiento silvipastoril en Kenia, África (Lamprey, 1981); Dube y Ncube (1992) estudiaron el potencial de forrajeras en los montes de Matopos en Zimbabue, al sur de África.

⁴ Combe (1981) presentó la asociación del aliso o jaúl *Alnus acuminata* en pasturas de Costa Rica; y Somarriba (1987) la asociación de árboles de guayaba *Psidium guajava* en pasturas y Alpizar los resultados de investigación de la asociación experimental de árboles asociados con pasturas también en Costa Rica; se introdujo el enfoque sustentable en la producción ganadera, asunto que abordó Toledo (1994) en el simposio de Ganadería y recursos naturales en América Central. En el caso de Colombia, Corpoica (1996) publicó en las memorias de dos seminarios 8 experiencias de árboles forrajeros en pasturas en regiones naturales de Colombia; y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (1996) también publicó en las memorias de un seminario experiencias exitosas de árboles en pasturas en regiones naturales de Colombia.

⁵ Manuel González (1992) presentó el estudio de caso de plantaciones forestales asociadas a pastos y ganadería de leche en una finca de la provincia de Heredia, al centro de Costa Rica; y Fassbender (1993) estudió el pastoreo en plantaciones forestales o bosques secundarios.

podían instalar potreros, y estar distantes de la selva o bosque. Con la selva y bosque tropical se identificaban a las culturas indígenas, con los “potreros” (de potro) a la cultura española colonizadora. Con distintos artificios se impulsó la destrucción de las selvas y bosques tropicales, hasta casi finalizar el siglo XX, cuando casi su totalidad se encuentra extirpada.

Los procesos de destrucción de selvas y bosques tropicales, ecosistemas dominantes en tiempos prehispánicos, se limitaron a los bordes de ellos, en los primeros 400 años después del denominado Descubrimiento de América, pero en el siglo XX, con mayor voracidad y medios tecnológicos, se constituyeron en una verdadera “*embestida moderna contra la selva tropical*” como la denomina Parsons (1992c, 292 y 293) donde se han sustituido las selvas por campos de cultivo o pastizales, hasta llevarla al filo de la extinción.

La destrucción y desaparición de las selvas de las regiones bajas americanas, de sus montañas y región andina para ser sustituidas por pasturas desnudas, que luego conducen, por sobre pastoreo, a áreas degradadas (Fig. 2) deberían indicarse como una de las mayores tragedias ambientales y humanas, si se tiene en cuenta todo el potencial biológico extinto, y el impacto que significa exponer extensas regiones al ímpetu permanente de las lluvias torrenciales ecuatoriales, cuya carga sedimentaria reposará inexorablemente en las costas.



Figura 2. Erosión (terraces) por sobre pastoreo en la cordillera Occidental, departamento del Cauca, Colombia. Año 2006.

¿Qué se esconde, realmente, en todas y cada una de las campañas, manifiestas y sutiles, de destrucción de todo relictos de bosque tropical, monte o “mata”, de la eliminación de todo árbol “estorboso” que se encuentra en medio de los cafetales o de una pastura? A pesar de ello, el ingenio, la creatividad indígena y campesina deja dispersos los árboles, en distintos arreglos, en medio de sus campos de cultivo y pasturas con animales de cría. Ellos y ellas integran en sus parcelas lo que la academia, investigadores y planificadores convencionales determinaron debía estar separado, divorciado, por mandatos económicos, en contra de las culturas, coevolución y la dinámica de la naturaleza tropical.

¿Por qué, a pesar que con tanta insistencia y recursos los auspiciadores de la agricultura de revolución verde promueven la eliminación de todo sombrío en los campos de cultivo y de las pasturas, los indígenas y campesinos de la región tropical americana suelen dejarlos dispersos o cuidarlos al rebrotar? Guevara (1986), citado por Guevara, Laborde y Sánchez (2005), aventura la explicación que la práctica de conservar árboles dispersos en las pasturas parece derivar de la ancestral agricultura trashumante o sistema de tumba y quema, tan practicada por culturas tradicionales de todos los países tropicales. Lo que indica que la memoria no se había perdido, al menos del todo.

Los *árboles en pasturas*, esta modalidad de tecnología agroforestal que integra el componente leñoso con pastos, en áreas de pastoreo o con pastos de corte, constituye una opción de producción y conservación en América tropical, donde la ganadería extensiva ha alcanzado un nivel de impacto negativo que, desde una perspectiva histórica, puede calificarse como desastre ambiental.

Como lo plantean Pezo e Ibrahim (1999), la denominación común *árboles en pasturas* realmente hace referencia a una expresión diversa de leñosas arbóreas y arbustivas en medio de pasturas (pastoreo) y pastos de corte (corte y acarreo) (Fig. 3). En los *árboles en pasturas* el componente leñoso puede presentar distintas modalidades de distribución espacial. De esta manera, al referirse a *árboles en*

pasturas se hace alusión realmente a una amplia modalidad de presentaciones en campo.

Los *árboles en pasturas* tienen origen variado. En las llanuras bajas, las sabanas o herbales con árboles y arbustos corresponden a formaciones naturales. En regiones selváticas bajas y montañas de América tropical también se presentan, por parches, formaciones naturales de pasturas y especies leñosas. De igual manera, a expensas de ecosistemas boscosos, se siembran pasturas y se plantan árboles con distintos arreglos y propósitos. De esta manera pasturas con árboles frutales (huertos), plantaciones forestales, árboles forrajeros y multipropósito son pastoreadas consuetudinariamente.

A partir de la diversidad de arreglos o tecnologías agroforestales en campo, estas fueron agrupadas y clasificadas de acuerdo con su composición y estructura espaciotemporal. Todas las tecnologías agroforestales ofrecen productos y servicios que tienen alcances locales, regionales, nacionales y globales. Debido a los alcances extensivos de los productos y servicios, las tecnologías agroforestales y la Agroforestería configuran y desarrollan su mayor potencial en tierras americanas.

Los productos de los *árboles en pasturas* se centran en la producción de forrajes de alta calidad y bajo costo, así como la producción de madera, leña, frutas y otros materiales útiles. Los servicios agroforestales de los *árboles en pasturas*, verificados en fincas familiares, al ser contrastados con pasturas desnudas permitirían reconvertir un uso de la tierra que ha deteriorado el suelo, destruido la biodiversidad y varios ecosistemas del continente americano.

Los árboles en pasturas, retomando el vocablo “potrero arborizado”, al que alude Mario Mejía (1988, 148-158) (Fig. 4), constituye, un paliativo a las pasturas desarboladas o desnudas, principalmente “mejoradas”, con las que se homogeniza el paisaje y se brinda un solo producto (animales) y se “europeízan”, en palabras de Parsons (1992b, 323) las sabanas arboladas del continente americano.

En la región Andina de América del Sur, en el caso de Ecuador, donde los pastos, bovinos y ovinos han propinado una enorme mascada al bosque andino, cada más sacrificado, Mario Añazco R. (2000, 102) plantea que los árboles en pasturas son “el mal menor”, debido al evidente sacrificio del bosque nativo.

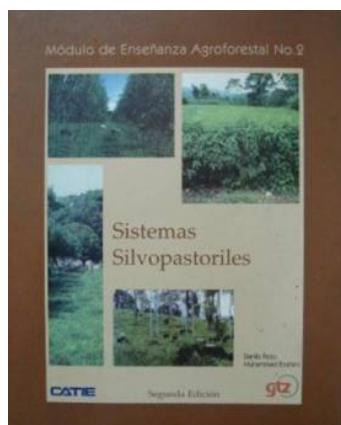


Figura 3. Libro *Sistemas silvopastoriles* (Pezo e Ibrahim, 1999).



Figura 4. Libro *Caribe colombiano* (Mejía, 1988).

En este orden de ideas, los *árboles en pasturas* constituyen o podrían constituir una opción, de producción y conservación, con varias observaciones o alertas ambientales, sociales, económicas y de productividad. En algunas condiciones los *árboles en pasturas* se encuentran a medio camino entre la selva o bosque tropical y las pasturas desarboladas.

Esta aproximación a los árboles en pasturas constituye un intento de acercamiento a esta opción tecnológica marginal, pequeña y prometedora, que podría ser explorada por familias, comunidades, ONG e instituciones de distinto orden para iniciar procesos de reconversión de pasturas convencionales y áreas degradadas de la geografía local y regional de la franja tropical americana.

Debido a la abundancia de experiencias documentadas de *árboles en pasturas* en América Latina, en otra actualización del portal se abordará la temática *Experiencias de árboles en pasturas en América Latina*, donde se incluirá el estudio de la diversidad vegetal, en condiciones locales y regionales específicas.

1. GENERALIDADES Y ANTECEDENTES

1.1 Generalidades. La Agroforestería puede ser definida como la disciplina y práctica de los sistemas agroforestales. Los sistemas agroforestales son un conjunto de asociaciones productivas donde interactúan, espacial y/o temporalmente, especies vegetales leñosas y no leñosas, o especies vegetales leñosas, no leñosas y animales (Ospina, 2008, 25).

En los sistemas⁶ y tecnologías⁷ agroforestales se diferencian tres tipos de componentes o especies: especies vegetales leñosas (árboles y arbustos), especies vegetales no leñosas (cultivos agrícolas transitorios, bienales, pasturas y hierbas) y animales (vertebrados e invertebrados) (Ospina, 2003, 22-24).

Los *árboles en pasturas* constituyen una modalidad de arreglo de tipo silvipastoril⁸, donde el componente leñoso (árboles y/o arbustos) presenta una disposición temporal de asociación permanente, simultánea, con el componente no leñoso (pastura). En los *árboles en pasturas* generalmente se encuentran los tres tipos de componentes, relacionados de manera directa⁹.

A partir de la introducción de los herbívoros a la región tropical del continente americano, los ecosistemas boscosos, que eran dominantes en tiempos del primer contacto, hoy encuentran disminuidas sus áreas, en cambio, las áreas de pastizales se han incrementado para satisfacer de manera principal la demanda de carne y productos lácteos.

En América tropical cerca del 40% del territorio se encuentra cubierto por pasturas, en una mezcla de mosaicos de nativas e introducidas, sin tener en cuenta los

⁶ Sistema agroforestal es el conjunto de asociaciones o acomodos agroforestales donde se encuentran especies del componente vegetal leñoso y vegetal no leñoso, o componente vegetal leñoso, no leñoso y animal (Ospina, 2003, 203).

⁷ Tecnología agroforestal es un arreglo definido de componentes agroforestales con ciertas disposiciones en espacio y tiempo (Ospina, 2003, 203). Por ejemplo cerca viva, árboles en pasturas, árboles en cultivos permanentes, huerto familiar, etc.

⁸ *Silvi*, del prefijo latín *Silva* (selva o bosque); *silvícola* (adj.), que habita en el bosque.

⁹ La relación es indirecta cuando se presenta la asociación de árboles con pastos de corte; en estos casos las interacciones directas se presentan entre los árboles y pasturas.

parches de pasturas de la región Amazonia (Parsons, 1992a, 356). Mientras que en Mesoamérica las pasturas cubren el 30% (DeClerck y otros, 2011). La región Caribe de Colombia presenta sobre utilización de la tierra en actividades ganaderas (17% potencial, más del 50% real), lo cual es coincidente con la tendencia nacional, donde deberían estar dedicadas máximo 10 millones de hectáreas, pero en la actualidad hay 16 millones de hectáreas en este uso del suelo (Meisel y Pérez, 2006, 50-51).

Las sabanas arboladas son ecológicamente sensibles, como lo advierte Lasser (1951, citado por Parsons 1992b, 336) para el caso de los Llanos de Venezuela, en especial al sobre pastoreo y las quemas descontroladas, que conducen a la compactación del suelo y pérdida de productividad, donde, en el mejor de los casos, la ganadería extensiva constituye más una forma de vida que una opción económica, debido a las condiciones edáficas y de inundación periódica (Ibid., 336-337), mientras que en las sabanas de la región Caribe de Colombia, con lotes de pasturas cercadas la principal limitación es la ausencia estacional de forrajes, por sequía, los cuales se les encuentra sumergidos en la estación lluviosa, lo que obliga a la trashumancia del ganado (Ibid., 348-349).

Los niveles de degradación de ecosistemas boscosos y del suelo en las regiones por sobre pastoreo en tierras continentales de América tropical, con impacto negativo en las zonas costeras, obligan a revisar el proceso histórico de instalación de pasturas, desestructuración del sombrío de árboles en las pasturas y la introducción de herbívoros en todos los ecosistemas terrestres, sin observancia de las implicaciones ambientales de tal fenómeno.

1.2 Antecedentes históricos. Al tener en cuenta la documentación de Víctor Manuel Patiño R., la producción pecuaria en el continente americano presentó variaciones significativas, de acuerdo con los tres periodos históricos más importantes: prehispánico, colonial y republicano.

En tiempos prehispánicos del continente americano, los herbívoros domésticos de mayor dispersión eran las llamas, que se concentraron en los altiplanos andinos de los actuales Perú y Bolivia, y alcanzaron su dispersión a la altiplanicie nariñense (Patiño, 1965, 178-200). A pesar de la innegable capacidad domesticadora de los pueblos americanos prehispánicos, que se expresa la domesticación de numerosas plantas y variedades alimenticias, la cría de animales fue muy limitada.

Los camélidos suramericanos domesticados en tiempos prehispánicos (llamas, alpacas, guanaco y vicuña) sólo en el siglo XX superaron el nivel de riesgo de extinción, luego de colapsar su población en el siglo XVI (Herrera, 2011, 92). En la actualidad los pastores ancestrales, sus llamas y vicuñas tienen restringida su población a alturas superiores a 3.800 msnm de Perú y Bolivia, mientras que antes de la Conquista estos camélidos domésticos, aprovechados por su carne y utilización en faenas de trabajo de carga, contaban con numerosa población y amplia distribución, comprendida desde el sur de la actual Colombia, hasta el sur de Chile, y desde el nivel del mar (Perú) hasta el actual Buenos Aires (Argentina) y Asunción (Paraguay) (Ibid., 92-95).

Cook y Borah (1971), citados por Parsons (1992c, 287) estimaron en cerca de 100 millones la población aborígen americana en tiempos del autodenominado Descubrimiento de América, de los cuales entre el 90 y 95% desapareció en sólo 100 años. En algunas regiones y zonas desapareció por completo la población originaria, es el caso de las llanuras húmedas que, según lo expresa Parsons (1992b, 328) éstas *“se convirtieron en un vacío demográfico a una pocas décadas del Descubrimiento, dejando así un nicho o espacio abierto a la ocupación por parte de los europeos y su ganado”*. Esto constituye una de las mayores tragedias humanas, invisibilizada y poco documentada.

Con el Descubrimiento, el acumulado agrícola histórico del continente colapsó de manera repentina. Ante el despoblamiento humano inesperado, los campos ahora vacíos fueron ocupados por el ganado vacuno o se recuperó la selva, por sucesión secundaria. Muchos campos despoblados de aborígenes fueron recuperados por la

selva o pasaron a ser invadidos por los pastos y árboles¹⁰, como sucedió en el Sinú (Gordon, 1957), Panamá (Bennet, 1968), isla de Santo Domingo y el Golfo de Nueva España (Simpson, 1952), citados por Parsons (1992c, 289).

A diferencia de las zonas templadas (Europa), de donde procedían los animales introducidos a la región intertropical americana, en las Antillas y tierra firme continental, los pastos se conservan verdes durante casi todo el año, como lo expresa Tomás López Medel, quien al referirse a las pasturas de las Indias, en el siglo XVI manifestó que *“Para las bestias regaladas y de caballería, hay tanta manera de yerbas, y tan comunes y perpetuas, que en todo el año ni en todos los tiempos jamás deja de dárseles verde...”* (Cappa, 1890, citado por Patiño, 1967, 405).

En la región tropical y subtropical del continente americano con condiciones climáticas (temperatura superior a 24 °C, precipitación superior a 1500 mm/año, una estación seca marcada) y edáficas favorables donde se desarrollaron selvas y bosques de hoja ancha, también evolucionaron llanuras de bajas latitudes (Parsons, 1992c, 285). Patiño (1967, 401-408) identificó regiones naturales de América tropical, algunas extensas y exuberantes, con pasturas nativas en tiempos del Descubrimiento y la Conquista.

En la región tropical americana, las sabanas¹¹ tienen una amplia distribución, y constituyen formaciones gramíneas o yerbales naturales las cuales se encuentran de manera extensa o por tramos de la costa oriental de América Central (penínsulas de Yucatán y de Osa, sabanas de pinos en Nicaragua y Honduras o región de Miskitía), islas del Caribe, Llanos del Orinoco (Colombia y Venezuela)^{12 y 13},

¹⁰ La ganadería también jugó un papel dispersor de pastos y especies leñosas seleccionadas (guayaba *Psidium guajava*, guácimo *Guazuma ulmifolia*, palma *Crocomia* sp. y ramón *Brosimum* spp.) (Budowski, s.f., citado por Parsons, 1992c, 289).

¹¹ El vocablo *zavana*, de la lengua taina (familia lingüística arawak), que se escribe también como *sabana*, describe grandes extensiones de hierbas, altas y bajas, sin arboledas (Patiño, 1975, 33).

¹² La denominación *llanos* fue aplicada por exploradores europeos, que carecieron del conocimiento del término *sabana* (Harris, 1980, citado por Parsons, 1992c, 329).

depresión sur del Lago de Maracaibo (Venezuela), cuenca baja del río Magdalena, valles del Sinú y Atrato (Colombia), enclaves en la región Amazonia (Gran sabana, sabanas de Rupununi y Rio Branco, cinturón de sabanas de la meseta y costa de Guyana), los matorrales leñosos o cerrado¹⁴ de la región norte-central brasilera y los llanos bolivianos (Blydenstein, 1968, citado por Parsons, 1992c; Parsons, 1992c, 286; y Parsons, 1992b, 324-325) (Fig. 5).



Figura 5. Localización de las principales sabanas en América tropical.
Fuente: Sarmiento y Monasterio, 1975. (Tomada de Parsons, 1992b, 325).

Al parecer las sabanas tienen origen edáfico (suelos delgados o arenosos y drenaje obstruido)¹⁵ y parcialmente antrópico, por uso especialmente del fuego, desde tiempos prehispánicos y, más recientemente, además del fuego, este control sobre la vegetación leñosa la ejerció el ganado (Ibid., 286). Esto explica, en palabras de Parsons, que sin estos factores de perturbación “*serían pocos los claros abiertos en algunas áreas, que con el tiempo no serían recolonizados por el bosque o selva tropical.*”

¹³ Al igual que en las sabanas del Caribe y América Central, en los Llanos de Colombia y Venezuela, a pesar del predominio de los pastos, en muchos lugares, en asociación con los pastos, crecen especies leñosas, árboles y arbustos (Parsons, 1992c, 329).

¹⁴ Parsons (1992c, 324) establece una diferencia entre las sabana del norte de América tropical, con menor densidad de especies leñosas (árboles y arbustos) y el cerrado brasilero, con alta densidad de especies leñosas, varias de ellas piroresistentes, donde se presenta un mosaico de tipos de coberturas densas, asociadas con las pasturas.

¹⁵ Prance (1978) y Vuilleumier, 1971), citados por Parsons (1992c, 327) manifiestan que formaciones herbosas y de cerrado, en medio de la región amazónica, tienen origen en el Pleistoceno, cuando estas áreas eran más extensas.

Al igual que en otros continentes intertropicales, en América las culturas prehispánicas dominaron el fuego con varios propósitos, entre ellos la quema de las sabanas, en temporadas secas, con el fin de propiciar la cacería de animales silvestres, principalmente roedores; esto se dio en islas del Caribe, oriente de Panamá, llanos orientales de Venezuela, Guayana, faldas de la cordillera Oriental de la actual Colombia, e incluso en la Amazonía de Brasil, río Negro (Patiño 1967, 402-403; Patiño, 1975, 26-29).

La introducción europea de cuadrúpedos herbívoros fue temprana en el continente americano, desde finales del siglo XV, a partir del segundo viaje de Cristóbal Colón, proceso que fue estudiado por Patiño (1970, 75-178, 179-195, 197-263, 272-278, 278-291, 295-317), quien respectivamente describe la introducción, difusión y condiciones de cría de los équidos (caballos *Equus caballus*, asnos *Equus asinus*

y mulas *E. caballus* x *E. asinus*), bovinos (toro *Bos taurus*, cebú *Bos indicus*), caprinos (cabra *Capra hircus*), ovinos (oveja *Ovis aries*) y suidos (cerdos *Sus scrofa*).



Los caballos fueron tempranamente utilizados como armas de guerra, desde 1494, contra las poblaciones indígenas sublevadas (Ibid., 75-76). Las islas del Caribe (Santo Domingo, Puerto Rico, Jamaica y Cuba) se constituyeron en el lugar de aclimatación y cría del caballo, con crecimiento exponencial¹⁶, de donde pasaron a tierra continental en la segunda década del siglo XVI, durante las mortíferas expediciones de conquista armada, en el istmo de Panamá, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala, Cartagena, Santa Marta, Guajira, Venezuela, Guayanas, actuales

¹⁶ Al norte de Santo Domingo, a inicios del siglo XVII, quedaban entre 13.000 y 14.000 caballos (Rodríguez, 1945, citado por Patiño, 1970, 76).

Ecuador y Perú por donde se dispersó el caballo (Ibid., 77-136). La presencia de abundantes fuentes forrajeras y pastos aptos para la alimentación de los equinos (pastos nativos, maíz y la introducida alfalfa), lo que facilitó su dispersión, además de fuentes o afloramientos salinos (Ibid., 138). Así, en los pueblos de la Colonia para pastar caballos, se disponía de solares, a manera de potrero.

De preferencia, durante la Conquista y Colonia española en América, el establecimiento de núcleos urbanos se efectuó en sitios donde se garantizara la existencia de potreros en la proximidad, y lejos de los montes (Patiño, 1967, 404).

El ganado vacuno fue introducido al continente americano también a partir del segundo viaje de Cristóbal Colón, en 1493, por la ruta de las Antillas (Española y Haití, Puerto Rico, Jamaica y Cuba) y América Central (Nicaragua, Costa Rica, costa centroamericana del Caribe) (Patiño, 1970, 18, 197-203). Desde la tercera década del siglo XVI fueron introducidos y se llevó a cabo la dispersión vacuna por los actuales Colombia (en todas sus regiones continentales)¹⁷, Venezuela (Valencia, Caracas, Margarita y Llanos) y las costas de Ecuador y Perú, además de las Guayanas (Ibid., 203 y 232); de tal manera que al final de ese siglo estaría consolidada la dispersión de los bovinos. El sur del continente americano tampoco estaría a salvo de la introducción vacuna y el subsecuente sometimiento de la población nativa sobreviviente, la destrucción de los sistemas de producción prehispánicos y el deterioro de la biodiversidad nativa, para dar paso a la producción de bovinos, es el caso de la Araucanía al sur del actual Chile (región Bio Bio), desde mediados del siglo XVI, donde proliferaron rápidamente (Torrejón y Cisternas, 2003).

Las cabras, al igual que otros cuadrúpedos herbívoros, fueron introducidos y dispersados de manera temprana por las islas del Caribe, donde aumentaron su

¹⁷ Sin embargo, Van Ausdal (2009) plantea que la ganadería vacuna de Colombia, a pesar de su fácil adaptación a estas condiciones, su proliferación fue tardía y a mediados del siglo XIX se restringe al altiplano cundiboyacense, valle del alto Magdalena y valle del alto río Cauca, donde se concentraban las dos terceras partes del hato nacional.

población con rapidez¹⁸, y de ahí pasaron a tierra continental de América Central y América del Sur, tanto en tierras cálidas secas y semiáridas (península de la Guajira¹⁹), costa de Venezuela, toda la región Andina de América del Sur²⁰ y ²¹, región Pacífica de Ecuador y Perú, e incluso la región Amazonia (Venezuela, Guayanas, Brasil, Colombia). En varias localidades las cabras se adaptaron muy bien y aumentaron su población, a pesar de mortandades por enfermedad y sacrificio. En especial la población de cabras se mantuvo y aumentó en tierras cálidas y subhúmedas, incluso semiáridas²², y climas medios, donde se alimentaron de pastos, ramoneo de árboles y arbustos, hojas y flores caídas, cáscaras de plátano, residuos de cosecha y desperdicios (Patiño, 1970, 272-278).

Durante el periodo Colonial español se utilizó la rotación de los pastos y el desmatado, debido a la dispersión de árboles (guayabos *Psidium guajava*, espinos *Pithecellobium* sp., payandé o aroma *Vachellia jarnesiana*) en ellos que propiciaba el paso de los animales domésticos de un lote a otro (Patiño, 1965, 374).

La cultura española que llegó al continente americano de manera fundamental era pastoril (en menor medida agrícola), y ello dejó una huella en tierras americanas, lugar donde logró máximas expresiones (Patiño, 1970, 11). Además de la provisión de carne, leche, queso y manteca el ganado vacuno, por su valor, adquirió el nivel de moneda en el mercado de intercambio, con la ventaja adicional que por sí mismo transporta su peso (Ibid., 19), algo similar ocurría en España, donde el ganado vacuno era considerado la principal riqueza (Ibid., 11). En tierras americanas, la población nativa que sobrevivió a la Conquista, durante la Colonia fue desalojada de las planicies, las cuales fueron ocupadas por las pasturas y ganado vacuno, de tal

¹⁸ En La Española, en 1561, había cerca de 3.000 cabezas (Rodríguez, 1942, citado por Patiño (1970, 272).

¹⁹ A finales del siglo XIX, en 1890, en la península de la Guajira, en la región Caribe de Colombia, habían 200.000 cabezas de cabras y ovejas (Jahn, 1927, citado por Patiño, 1970, 273).

²⁰ En los Andes ecuatoriales, a mediados del siglo XVI, en la sierra del actual Ecuador se estimaba una población de 150.000 cabras y ovejas (Ortiguera, 1909 citado por Patiño, 1970, 274).

²¹ En el estado del Cauca, principalmente andino, en la actual Colombia, a finales del siglo XIX se estimó una población de 12.500 cabras (Pérez, 1862 citado por Patiño, 1970, 275).

²² Pero, en el Valle del Magdalena, Colombia, las cabras sufrieron mucho por excesivo calor (Serra, 1956, y otros autores citados por Patiño, 1970, 275).

manera que los aborígenes sobrevivientes tuvieron que desplazarse a terrenos de condiciones poco favorables para el cultivo (Ibid., 13). Además, el ganado vacuno se constituyó en factor de conflicto con la población nativa, debido a que invadía y destruía sus campos de cultivo (Ibid., 13-14, 17).

La transformación del paisaje del continente fue significativa, en tiempos de la Colonia española, donde campos de cultivo, rastrojos y bosques fueron ocupados y sustituidos por gramíneas, alimento del ganado vacuno (Casas, 1909, citado por Patiño, 1970, 17). En las regiones donde la quema era frecuente, pastos y especies leñosas con carácter pirorresistente (varias palmas, de los géneros *Curatella* y *Brysonima*), fueron favorecidos y estimulados en los campos (Parsons, 1992c, 290), de esta manera el fuego contribuyó a la consolidación de la transformación del paisaje y las sabanas sustituyeron las selvas (Budowski, 1956, citado por Parsons 1992c, 290).

Durante el periodo colonial los animales de carga y transporte, como los caballos y mulas, tuvieron mucha importancia (Patiño, 1970, 19), lo cual implicaba la disposición de terrenos para el pastoreo y cuidado. La lana de oveja, con lo que se intentó sustituir el nativo algodón sólo presentó producción importante en zonas con clima frío, aptas para la cría de ovejas, como las altiplanicies de México, Pamplona, Tunja, Pasto, Quito y Argentina aunque el consumo de su carne fue bajo (Ibid., 12 y 19).

La producción de ganado vacuno y la cría de animales de carga fue una actividad señorial, e incluso sólo bien entrado el periodo colonial se le permitió al indígena tener caballos, a pesar que criaron los demás animales, pero en pequeña escala, lo cual varió de manera significativa en el periodo republicano, donde estos prejuicios empezaron a superarse (Ibid., 12 y 13).

Debido a factores ambientales favorables (clima, suelo, diversidad biológica) los cuadrúpedos herbívoros domésticos introducidos en América Latina, facilitaron su dispersión en estas tierras; además, parte de la vegetación nativa se constituyó en

el forraje de los animales introducidos, lo cual debió transformar el paisaje (Ibid., 17).

Durante la introducción de animales herbívoros domésticos a las Antillas y tierras continentales, en las zonas bajas y cálidas éstos encontraron pastos naturales que les proveían de alimento durante todo el año, esto condujo a una ganadería extensiva, y fue durante el periodo republicano cuando se introdujeron pastos de mayor volumen, rendimiento y calidad nutritiva (Ibid., 430).

En tiempos de la Colonia española algunos pueblos indígenas incorporaron de manera significativa la cría de animales domésticos (caballos, mulas, ovejas, cabras, vacunos y cerdos) en las actuales Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú (Patiño, 1993a, 190-194). De esta manera, españoles, criollos e indígenas debieron disponer y ampliar lotes para el pastoreo de sus animales.

En el caso de la región Caribe de Colombia, en tiempos de la Colonia, pueblos indígenas y de libres alternaban el pastoreo comunal de vacunos en sabanas y playones (de los ríos Sinú, Cauca, San Jorge, Nechí, Cesar y Magdalena) con las tierras altas, cuando las inundaciones sumergen las pasturas (Mejía, 1988, 145).

Desde el siglo XVII, la consolidación de la producción pecuaria en varias regiones y la comercialización se lograron excedentes que superaron el autoconsumo, y se dio inicio a la exportación a colonias extranjeras (de Inglaterra y Francia en las Antillas, principalmente) de animales de carga (caballos y mulas), vacunos en pie y productos cárnicos (carne salada en tasajo, queso y cueros), exportación que tuvo, por supuesto, restricciones económicas, lo que dio lugar al contrabando de estos animales y productos (Patiño, 1993b, 161-165). La producción pecuaria especializada sólo se registraría en el periodo republicano (Patiño, 1970, 19).

La dinámica de los árboles con y sobre los pastos, el ropaje del territorio, también se determinó por las luchas intestinas de liberación de la Corona Española, y las fluctuaciones de precios de los productos pecuarios. En zonas con condiciones

adecuadas de suelo, clima y nivel freático, en la medida que los campos quedaban despoblados, los árboles recuperaban el espacio perdido durante el pastoreo intensivo. El alemán Carl Sachas, al describir los llanos venezolanos, en 1876 y 1877, se refería a *espesuras de palmas, chaparro y mimosas* (Johannssen, 1969, citado por Parsons, 1992c, 332) donde sólo 100 años atrás Humboldt había descrito la existencia de pasturas sin árboles²³.

Los pastos africanos (géneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Melinis*, *Hyparrhenia*, *Pennisetum* y *Digitaria*), originalmente asociados con árboles y arbustos, que son más palatables y nutritivos, al ser introducidos al continente americano, bajo nuevas condiciones, especialmente de mejores suelos expresaron todo su potencial invasivo, sin mayores esfuerzos humanos para su manejo (Parsons, 1992a, 356-357).

El proceso de deforestación y potrerización no ha tenido pausa. De las 50 millones de hectáreas en pasturas permanentes que existen en América Latina al final del siglo XX, el 50% de ellas se encuentra en estados avanzados de degradación (Faostat, 1995 y Serrao, 1991, citados por Cerrud, 2002). La deforestación e insostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios del final del siglo XX, son atribuidos de manera principal al tipo de ganadería practicada en América Latina (Kaimowitz, 1996, citado por Pérez y otros, 2011).

2. ESTUDIO DE LOS ÁRBOLES EN PASTURAS

La producción pecuaria en América tropical tiene un impacto significativo en el entorno natural y socioeconómico, en el cual, la tecnología agroforestal *árboles en pasturas* constituye una opción biotécnica y socioeconómica de gran interés en tierras tropicales americanas que, al ser analizada en el conjunto de la producción pecuaria, es una alternativa de conservación y producción sustentable. El estudio de las características, su importancia y manejo cada vez cobran mayor importancia.

²³ Parsons (Ibid., 333) advierte del riesgo de este tipo de generalizaciones, en una región donde las quemadas anuales pueden asolar todo rastro de vegetación.

En este numeral se estudiará la definición de los *árboles en pasturas*, sus tipos, características, diferenciación de *árboles en pasturas* convencionales y ecológicos, e importancia de esta tecnología agroforestal.

2.1 DEFINICIÓN

Una tecnología agroforestal es el arreglo definido de componentes agroforestales con ciertas disposiciones en espacio y tiempo (Ospina, 2003, 39). Los *árboles en pasturas* es una tecnología agroforestal, debido a que es un arreglo definido de componentes agroforestales, con disposiciones espaciotemporales definidas.

Existen algunas denominaciones para referirse a los *árboles en pasturas*. Pezo e Ibrahim (1999, 165) aluden a los términos “leñosas perennes y árboles y arbustos dispersos en potreros”. Añazco (2000, 102) emplea el término “potreros con árboles nativos” y Escobal (2007, 13) se refiere a “silvopastura”. Independientemente de los términos utilizados, todos se refieren a lo mismo.

La denominación *potrero*²⁴ se hace alusión al *sitio destinado a la cría y pasto de ganado caballar*, de ahí la asociación de *potrero* con los *potros*.²⁵

Este documento se acoge a la denominación *árboles en pasturas*, como el más apropiado debido a:

- A pesar que el término *especies leñosas*²⁶ es más amplio (incluyente de *árboles y arbustos*), se acoge el término *árboles*, con la salvedad que se incluyen bajo esta categoría las aplicaciones botánicas de árboles y arbustos, propiamente dichos.
- La tecnología agroforestal no se refiere al sitio (*potrero*), sino al arreglo o asociación de componentes agroforestales, en este caso árboles con *pasturas*.

²⁴ Diccionario enciclopédico. Norma.

²⁵ Recuérdese lo manifestado por Patiño (1967, 404) en relación al establecimiento de núcleos urbanos donde se garantizara la existencia de potreros en la proximidad, para su pastoreo.

²⁶ El término leñoso, definido por Font (1982), proveniente del latín *lignosus*, agrupa aquellas especies vegetales erguidas sobre el suelo y de cierta altura, de aspecto rígido debido a la presencia en sus tejidos de sustancias como la lignina y derivados oxigenados de celulosa, xilenas y otras.

Por ello se sugiere la aplicación del término *pasturas*²⁷, para referirse a las especies vegetales no leñosas de la tecnología agroforestal.

- El sustantivo adjetivado *árboles en pasturas* se ha utilizado desde las primeras denominaciones de la Agroforestería²⁸, es de amplio conocimiento y aceptación, y deja en el centro el término *árboles*²⁹, eje del uso del suelo aludido (sistemas agroforestales).

Pezo e Ibrahim (1999, 165), a partir de Atta (1993) y Budowski (1983), respectivamente, establecen que los *árboles en pasturas* son resultado de procesos naturales (vegetación clímax o sucesión vegetal) y producto de la intervención humana.

La tecnología agroforestal *árboles en pasturas* está constituida por especies leñosas dispersas en pastos y/o leguminosas forrajeras rastreras o volubles, con presencia de pastoreo directo o cortes periódicos. Las especies leñosas pueden ser árboles y arbustos de distinto tipo (madera, leña, fruta, forraje, multipropósito, melífera, etc.) y su disposición dispersa puede ser irregular, regular o en parches de leñosas sobre el terreno. Las especies vegetales leñosas pueden ser sembradas o producto de la regeneración natural, los pastos pueden ser nativos o introducidos, de corte o pastoreo animal, los animales pastorean permanentemente, en rotaciones o por temporadas. Esto ilustra la diversidad de presentaciones en campo de los *árboles en pasturas*.

Mejía (1988, 148-158) definió el *potrero arborizado* como una técnica silvipastoril multiestrata de árboles y arbustos que, a manera de techo, cubre cerca del 50% de las pasturas. La recomienda como una técnica paliativa al introducido *potrero limpio*.

²⁷ En contraposición, en Botánica, el término *hierba* (latín *herbivorum*) es el más aproximado a plantas no leñosas, definido por Font (1982), como el vegetal no o poco lignificado, porte bajo, sin consistencia rígida y ciclo de vida inferior o poco superior a un año.

²⁸ En las primeras descripciones de los sistemas y/o tecnologías agroforestales (Montagnini, 1986 y Nair, 1989a) la denominación de ellas a partir de la presencia de los árboles (especies leñosas); es el caso del nombre “árboles en pasturas”. Esto se debe a que de manera temprana los pioneros de la Agroforestería como área del conocimiento identificaron los efectos e importancia de los árboles en estos sistemas y tecnologías agroforestales, en especial la conservación del suelo (Nair, 1987 y 1989b; Young, 1989).

²⁹ En este documento el término *árboles* se asume de manera amplia, sinónimo de especies leñosas, ya que incluye los árboles, propiamente dichos, así como arbustos y subarbustos.

Fundamenta al *potrero arborizado* en siete aspectos o atributos: aprovechamiento de la abundante radiación solar de la región tropical americana, resistencia vegetal a la quemadas en regiones con una o dos estaciones de baja humedad relativa (<25%) y estación seca o sin lluvias, dosel de los árboles y arbustos con capacidad de aprovechar la radiación solar e interceptar la lluvia, capacidad evapotranspiradora del dosel de árboles y arbustos, y regulación de la escorrentía por parte de los árboles y arbustos.

2.2 TIPOS DE ÁRBOLES EN PASTURAS

En la medida que se descifre la importancia de los árboles en pasturas, se podrá desarrollar todo su potencial en la prestación de servicios y generación de productos, adicionales a la sólo producción pecuaria.

Existen variadas formas de presentación de *árboles en pasturas*, lo cual implica diversidad de tipologías (Fig. 6 y 7). En campo se pueden diferenciar varios tipos de árboles en pasturas, de acuerdo con su origen, distribución espacial y composición vegetal, y de acuerdo con las prácticas de manejo.

De acuerdo con su origen, Pezo e Ibraim (1999, 165-173) establecen la diferencia entre naturales y artificiales. Entre las naturales se encuentran ecosistemas que en su estado clímax se configura como árboles dispersos en pasturas (por ejemplo la caatinga del nororiente de Brasil y la región del Chaco, en Argentina, Paraguay, Bolivia y Brasil) y áreas de barbecho o matorrales con pastoreo regulado, y la otra opción consiste en un manejo selectivo o artificial de árboles en pasturas. En el último caso corresponde a asociaciones más antrópicas, donde las prácticas de manejo (raleos), por selección, determinan la composición vegetal asociada a la pastura.

La distribución espacial predominante de los *árboles en pasturas* es la azonal o irregular, debido a que es la dispersión de semillas por agentes naturales quien determina la ubicación espacial de los árboles, bien sea en ecosistemas de porte bajo pastoreados o árboles remantes o emergidos del banco de semillas del suelo.

Otra forma de presentación, es la zonal o regular. Por ejemplo, en varios lugares de la región andina de América de Sur se han establecido plantaciones forestales (pino, ciprés y eucalipto), en distribución espacial regular, y se pastorean durante los primeros años, cuando la incidencia de la luz permite el desarrollo de pasturas y otras hierbas.



Figura 6. Árboles en pasturas en finca campesina, cordillera Central, Valle del Cauca, Colombia. Año 2008.



Figura. 7. Pastoreo en plantación forestal. Caquetá, Colombia. Año 2009.

Es la naturaleza (banco de semillas, disponibilidad y dispersores de semilla) y actividades antrópicas (quemadas, siembra, entresaca, desmatoje, pastoreo, fumigaciones, abandono, etc.) quienes determinan la diversidad vegetal de los *árboles en pasturas*.

Al tener en cuenta varios aspectos se realiza una propuesta preliminar de tipología de los *árboles en pasturas*.



De acuerdo con su origen:

- Sabanas arboladas pastoreadas.
- Bosques secundarios y rastrojos pastoreados.
- Plantaciones forestales y rodales (briznal y latizal) pastoreadas.
- Árboles y arbustos instalados pastoreados.

De acuerdo con la distribución espacial horizontal:

- Zonal o regular.
- Azonal, irregular o aleatoria.

De acuerdo con la distribución espacial vertical:

- Biestratificada.
- Multiestratificada.

De acuerdo a la composición vegetal (productos):

- Pasturas:
 - Pastoreo directo.
 - De corte.
 - Nativas.
 - Mejoradas.
- Especies leñosas (árboles, arbustos y subarbustos):
 - Maderable: madera rolliza, de aserrío, construcción o elaboración de piezas de carpintería y ebanistería.
 - Leña: ramas y tronco para combustible.
 - Forrajera: hojas, ramas, flores y frutos para alimentación animal.
 - Frutal: frutos comestibles.
 - Multipropósito: con dominancia de una o más especies que generan varios productos.
 - Melífera: producción de flores y estructuras melíferas permanentes (apicultura).
 - Mixta: con dominancia de especies de utilidad diferente.

- De conservación del suelo: para proteger el suelo de la erosión hídrica, eólica y compactación por pisoteo.
- De acuerdo con el plano de inundación³⁰: Las anualmente inundadas, ribereñas y de cuencas, es frecuente la presencia de palmas dispersas de baja densidad, mientras que las sabanas con estación seca marcada y sin inundación anual, presentan abundancia relativa de árboles y arbustos (ejemplo, cerrado brasileiro).
- De acuerdo con las prácticas de manejo:
 - Convencional: uso de herbicidas, sin abonamiento del suelo, sin uso de leguminosas (rastreras y arbóreas), sin divisiones de potreros, sin cercas vivas ni barreras rompevientos, sin riego en caso de necesidad, alta carga animal por unidad de área, periodos largos de pastoreo, periodos cortos de descanso, etc.
 - Ecológico: sin uso de herbicidas, abonamiento frecuente del suelo, uso de leguminosas (rastreras y arbóreas), presencia de divisiones de potreros, uso de cercas vivas y/o barreras rompevientos, con riego en temporadas secas, adecuada carga animal por unidad de área, periodos cortos y planificados de pastoreo, periodos adecuados de descanso, etc.

2.3 CARACTERÍSTICAS AGROFORESTALES DE LOS ÁRBOLES EN PASTURAS

La caracterización agroforestal debe brindar elementos de análisis acerca de la integridad de los aspectos que se encuentran inmersos en las tecnologías agroforestales.

En dos metodologías generales se incluye la caracterización agroforestal. La Metodología Diagnóstico y Diseño D&D, presentada entre otros por Krishnamurthy y Ávila (1999) y la metodología de investigación presentada por Montagnini y otros (1986).

Ospina (2003, 26-38), a partir de estas metodologías presentó una propuesta de caracterización agroforestal, en la que incluye la caracterización de tecnologías

³⁰ Medina (1980) citado por Parsons (1992c, 324) diferencia las sabanas con sólo hierbas y las arboladas, de acuerdo con la presencia o ausencia de inundación estacional. Por ejemplo, en los Llanos de Colombia y Venezuela, en el eje Apure-Orinoco, con inundación prolongada, que constituye los llanos bajos, sobre dunas de arenas, se presenta una llanura ininterrumpida del género *Paspalum* (Ibid., 329).

agroforestales. Plantea (Ibid., 2003, 33-38) caracterizar las tecnologías agroforestales a partir de cuatro criterios: socioeconómico³¹, estructural³², ecológico³³ y funcional³⁴.

A partir de esta propuesta los *árboles en pasturas* cuentan con características generales, que pueden analizarse a partir de cuatro aspectos o criterios:

2.3.1 CRITERIO SOCIOECONÓMICO. De acuerdo con los antecedentes históricos, los árboles en pasturas hacen parte de la agricultura tradicional de América tropical, su práctica se remonta a finales del siglo XV. En la actualidad los árboles en pasturas presentan gran dispersión social y cultural, de tal manera que se le encuentra en fincas, fundos, lotes y haciendas de diferentes condiciones sociales, étnicas, culturales y económicas. El conocimiento de su manejo yace en las culturas agroforestales, ganaderos, campesinos, indígenas, hombres y mujeres. En las fincas familiares, las prácticas de manejo de los *árboles en pasturas*, que generalmente son sencillas, las pueden practicar todos los miembros. La producción se destina al autoconsumo y la comercialización (carne, leche y lana).

En las últimas décadas se ha acumulado conocimiento científico, por medio del cual se ha caracterizado, evaluado e impulsado el uso de sistemas silvipastoriles sostenibles, entre ellos los *árboles en pasturas*.

La tecnología agroforestal *árboles en pasturas* tiene un importante potencial productivo, aun inexplorado debidamente para la producción de maderas finas, leña, frutas, apicultura, etc. Los productos, algunos de autoconsumo, otros de comercialización, hacen parte de la economía familiar, local y regional.

Scheelje y otros (2011) realizaron un inventario forestal en 8 fincas ganaderas representativas [pequeñas (<25 ha), medianas (25-50 ha) y grandes (>50 ha)] en

³¹ Se refiere a aspectos sociales, culturales y económicos (origen, productos, destino de la producción, etc.) de la tecnología agroforestal.

³² Se refiere a la ubicación geográfica, componentes, distribución espacio temporal, etc. de la tecnología agroforestal.

³³ Se refiere al potencial para la conservación de los recursos naturales de la tecnología agroforestal.

³⁴ Se refiere a los servicios y productos de la tecnología agroforestal.

Esparza (50-1.000 msnm, 27 °C, 1.500-2.000 mm/año, Bosque Subhúmedo Tropical), provincia de Puntarenas, en la costa Pacífica Central de Costa Rica. Encontraron latizales (DAP 5-10 cm), fustales (DAP >10 cm) y briznales (DAP <5.0 cm) en medio de pasturas nativas y mejoradas con producción promedio de madera de 14.3 m³/ha y hasta de 54.46. En esta zona, las fincas con 36 ha en promedio, donde predomina la ganadería extensiva, se encuentra varias especies maderables de importancia económica (*Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Myrospermum frutescens*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia guachepele*, *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*), que constituyen potencial económico de importancia.

En 53 fincas ganaderas estudiadas de la región Pacífica Norte de Costa Rica, provincia Guanacaste, municipios Cañas, Higuerón y Abangares (80-250 msnm, 27.6 °C, 1.544 mm/año, con 88% de las lluvias entre mayo y octubre, suelos molisoles y ecosistema Bosque seco tropical) la ganadería, es predominante (80%), con lotes de pastura que ocupan entre el 14 y 100% de la finca, en los cuales el 96% de las fincas conservan árboles y arbustos dispersos, reportándose un total de 64 especies, cuyos usos tienen importancia económica, en tanto constituyen frutas de consumo humano (33%, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Persea americana*); madera (50%, *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman*, *Cordia alliodora*), postes (34%, *Maclura tinctoria*, *Cordia alliodora*, *Gliricidia sepium*) y leña (28%, *Guazuma ulmifolia*, *Byrsonima crassifolia*) (Restrepo y otros, 2004).

Pérez y otros (2011) estudiaron la producción de leña en árboles en pasturas al occidente de Honduras, departamento de Copán, municipios de Santa Rita, Copán Ruinas, Cabañas y San Jerónimo, ubicadas en la subcuenca hidrográfica del río Copán (600-1600 msnm, clima tropical húmedo a tropical seco, 20 °C, 1.637 mm/año, HR 82%). En 101 fincas ganaderas encontraron que el 90% de las familias utilizan la leña como fuente energética (15 especies vegetales). En 29 fincas estudiadas, los árboles dispersos en las pasturas (30-40/ha), que ocupan 1.173 ha, abastecen el 24% de esta fuente energética, donde con 154 árboles cosechados al año producen 58 toneladas de leña, equivalentes a 117 m³ de madera al año. Este

volumen es de gran estima para las familias rurales de Guatemala, debido a que la leña les constituye el 60.5% de la oferta energética nacional (Cepal, 2003, citado por Pérez y otros, 2011).

En cuatro microrregiones del Caribe colombiano (litoral, Golfo de Morrosquillo, sabanas y Valle del Sinú), zona de vida bosque seco, sin periodo de inundación, Cajas y Sinclair (2001) al caracterizar la vegetación leñosa de 54 fincas (con área inferior a 50 ha, 50-100 ha y más de 100 ha) en pasturas dedicadas a ganadería de carne y leche, encontraron especies correspondientes a 20 géneros botánicos, de los cuales, los ganaderos de la zona prefieren los árboles que les proveen maderas finas, en vías de extinción, de uso doméstico y buen precio en el mercado, así como especies forrajeras para el ganado.

2.3.2 CRITERIO ESTRUCTURAL. En América tropical a los *árboles en pasturas* se les encuentra principalmente asociados a la producción de bovinos, ovinos y caballar, en tierras bajas húmedas, secas e incluso subxerofítica. En las cadenas montañosas de América tropical se les encuentra en pisos medio (hasta 1.800 msnm) y piso alto andino (>2.000 msnm).

Al observar sobre el terreno la tecnología *árboles en pasturas*, las especies leñosas pueden tener una disposición azonal (irregular) o zonal (en arreglos geométricos de cuadro, rectángulo, triángulo, media luna o franjas). Los árboles que constituyen el remanente de la selva o bosque nativo y aquellos rebrotes de especies leñosas en medio de la pastura, que son protegidos durante las limpiezas o chapeo y desmatoje configuran disposición irregular en medio de la pastura. Mientras que aquellos plantados, generalmente presentan disposición regular, bien sea que correspondan a árboles frutales o maderables, y sus asociaciones. En una vista frontal de los *árboles en pasturas*, la disposición vertical (estratos) de las especies leñosas (árboles y arbustos) y no leñosas (pastos y volubles) puede ser biestratificada o multiestratificada.

Temporalmente, los *árboles en pasturas* presentan acomodo temporal simultáneo. De esta manera se presenta una fuerte interacción árbol-planta (pasto) y animales (bovino, ovinos, caprinos, caballar, etc.).

Palmas de babasu *Orbignya phalerata*, producto de la regeneración natural, presentan distribución irregular, con densidades entre 50 y 120 ejemplares por hectárea, en pasturas con ganadería vacuna al noroccidente de Brasil (Dubois, 1987).

Igual arreglo irregular encontró Ariza (2003) al caracterizar sistemas de producción de guayaba *Psidium guajava* en 85 fincas familiares (área promedio 5.0 ha) de los municipios de Anolaima (veredas Chiniata, Reventones, Santo Domingo y La Laguna) y Guayabal de Siquima (veredas Resguardo, Pajonal, Pueblo Viejo y Chiata) en la vertiente occidental de la Cordillera Central, departamento de Cundinamarca, Colombia. Encontró que el 28.24% de las fincas presentan el sistema asociado de árboles silvestres de guayaba (principalmente variedades regional blanca y pera), dispersos al azar en medio de las pasturas con frutales.

En cambio, una distribución zonal o regular presentan los árboles del género *Alnus* spp. en el estudio realizado por Piragauta y Suárez (2005, 4-12), quienes evaluaron el establecimiento de estos árboles en rectángulo de 8 x 2 m. en pasturas de kikuyo o pasto africano *Pennisetum clandestinum*, en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, Colombia.

Otro caso de arreglo zonal es el presentado en las veredas Samaná, Patio Bonito, El Contento y Santa Rita del municipio de San carlos, Antioquia, donde familias campesinas establecieron tecnologías agroforestales, entre ellas árboles en pasturas, los cuales establecieron en franjas de árboles en doble hilera. Las hileras dobles, a tres bolillo, se encuentran perpendiculares a la pendiente del terreno, en medio de pasturas *Brachiaria decumbens* y/o *B. brizantha* (Saldarriaga y Montes, 2001). Las especies leñosas sembradas son ceiba tolúa *Bombacopsis quinata*,

acacia *Acacia mangium*, guayacán rosado *Tabebuia rosea*, nogal cafetero *Cordia alliodora* y melina *Gmelina arborea*.

En relación con los estratos verticales de una asociación de *árboles en pasturas* Budowski (1981) encontró en tierras altas (1.300 a 2.500 msnm) de Costa Rica que en las pasturas siembran árboles solitarios de jaúl *Alnus acuminata*, en un solo estrato, mientras que ras del suelo se encuentran las pasturas.

2.3.3 CRITERIO ECOLÓGICO. De acuerdo con su ubicación, composición vegetal, manejo agroforestal y productos la tecnología agroforestal *árboles en pasturas* ofrece varios servicios ambientales que le imprimen importancia local y regional.

Los *árboles en pasturas* tienen la característica de conservar biodiversidad (vegetal, animal y vida del suelo), suelo, humedad del suelo, humedad relativa del aire y regulación térmica, fundamentalmente si le compara con las pasturas desarboladas, debido al impacto negativo ambiental de la producción pecuaria, especialmente bovina, en tierras tropicales del continente americano desde el final del siglo XV.

En relación con la diversidad de *árboles en pasturas*, Palacios y Vallejos (2006) estudiaron las especies leguminosas nativas en un potrero arborizado en la Empresa Pecuaria Minas, municipio Minas, provincia Camagüey, Cuba. El potrero de 26.24 ha, se encuentra en una llanura interior de la isla, ubicado a 85 msnm, zona de vida matorral xeromorfo, 1306.5 mm/año de precipitación, 1.956.2 mm/año de evaporación y suelo inceptisol, ligeramente ácido y de baja fertilidad. En esta región de marcado clima seco y baja fertilidad del suelo, en el lote encontraron 24 especies leguminosas, entre leñosas y no leñosas, de las tres subfamilias botánicas, con gran adaptabilidad local, con potencial en la mejora de las condiciones del suelo y producción de forrajes para el ganado. Las principales gramíneas son *Sporobolus pyramidatus*, *Dichathium annulatum* y *D. caricosum* que se encuentran asociadas con árboles de carbonero *Chamaecrista lineata*, platanillo *Senna occidentalis*, guacamaya francesa *S. alata*, tamarindo *Aeschynomene americana*, granadillo *Brya evenus*, azulada *Centrosema virginanum*, granadillo *Poitea gracilis*, comino

sabanero *Stylosanthes viscosa*, aroma amarilla *Acacia farnesiana*, marabú *Dichrostachys cinérea* y algarrobo *Samanea saman*.

En el nororiente de Brasil, en la caatinga de las localidades de Senhor do Bonfim y en Jocibana, estado de Bahía, Brasil, Ramalho y otros (2009) estudiaron la diversidad de especies leñosas (árboles y arbustos). La caatinga se caracteriza por la presencia de especies vegetales (leñosas, hierbas, cactus y bromelias) adaptadas a condiciones semiáridas, aunque algunos señalan que tiene número reducido de especies y es pobre en endemismos; esta caatinga es caducifolia y subcaducifolia, y es pastoreada en temporadas secas. En la localidad de Senhor do Bonfim, con predominio del estrato arbóreo registraron 52 especies de 23 familias; mientras que en Jocibana registraron 62 especies de 24 familias. En suma, encontraron 93 especies (géneros: *Croton*, *Mimosa*, *Jatropha*, *Sena*, *Capparis*, *Cnidoscolus*, *Helicteres*, *Lippia*, *Jacobina*, *Acacia*, *Byrsonima*, *Senna*, *Pilosocereus*, *Combretum*, *Dalbergia*, etc.) de 32 familias botánicas (Euphorbiaceae, Mimosoideae, Rubiaceae, Malvaceae, Verbenaceae, Polygonaceae, Anacardiaceae, Papilionoideae, Capparaceae, Cactaceae, Solanaceae, Simaroubaceae, Rutaceae, Rhamnaceae, etc.).

Villacís y otros (2003) en una zona con Bosque húmedo tropical, en Río Frío (25.4 °C, 4120 mm/año), provincia de Heredia, Costa Rica encontró que el 97.5% de 71 fincas ganaderas conservan árboles en pasturas, de los cuales 98.5% tienen origen en la regeneración natural, y los ganaderos los conservan debido a los beneficios, expresados en productos y servicios (sombrio y frutos para el ganado, postes, madera y leña). En medio de las pasturas registraron la suma de 61 especies de árboles (con densidad entre 13.6 y 26.3 individuos por hectárea), entre maderables (gavilán *Pentaclethra macroloba*, cedro maría *Calophyllum brasiliense*, caoba *Swietenia macrophylla*, pilón *Hyeronima alchorroides*, guácimo blanco *Guazuma ulmifolia*, manú negro *Miconia guianensis* y laurel *Cordia alliodora*) y los frutales (guayaba *Psidium guajava*, naranja *Citrus sinensis*, limón *Citrus reticulata*, y guaba *Inga spectabilis*).

Mientras que Villanueva y otros (2003), esta ocasión en Bosque seco tropical, al noroccidente de Costa Rica, provincia Guanacaste, cantón de Cañas (27.6 °C, 1.544 mm/año, entre mayo y octubre) en el 93% de 16 fincas ganaderas encontraron la tecnología agroforestal *árboles en pasturas*, con 5.896 individuos de árboles, correspondientes a 101 especies vegetales, donde árboles de roble *Tabebuia rosea*, guácimo *Guazuma ulmifolia*, laurel *Cordia alliodora*, coyol *Acrocomia aculeata*, nance *Byrsonima crassifolia*, corteza amarilla *Tabebuia ochracea*, pochote *Pachira quinata*, almendro *Andira inermis*, siete cueros *Piscidia carthagenensis* y guayacán *Acosmium panamensis* presentan mayor abundancia (70,5%). Los árboles de mayor edad son remanentes del bosque nativo y de la regeneración natural, biodiversidad que se promovió con el uso de pasturas nativas y la aplicación de poco herbicida en las pasturas, mientras que los árboles más jóvenes fueron protegidos por selección.

Esquivel y Calle (2002) estudiaron la diversidad de plántulas de árboles bajo la copa de los árboles pioneros en pasturas en 10 potreros (promedio 0,65 ha) de cinco fincas campesinas de Bellavista (Bosque húmedo pre-montano, 1.750 msnm, régimen bimodal, 1.400 mm/año, 18°C, HR 85%, suelo de diabasas arcillosas con pH de 6,4), municipio El Dovio, cordillera Occidental de Colombia, departamento Valle del Cauca, Colombia. Encontraron que bajo árboles adultos y adultos de guayabo *Psidium guajava*, chagualo *Myrsine guianensis*, arboloco *Montanoa quadrangularis*, laurel blanco *Nectandra lineatifolia*, laurel *N. reticulata* y laurel jigua *Ocotea oblonga* hay mayor abundancia y riqueza bajo árboles pioneros en las pasturas (2750 plántulas, 30 especies en 228 m²) en comparación con lo registrado en la pastura abierta (575 plántulas, 9 especies, 7 familias en 228 m²). De manera diferencial, los árboles pioneros constituyen oferta ambiental al propiciar las condiciones para el establecimiento (germinación y supervivencia) de otras especies nativas locales en la dinámica de sucesión secundaria.

El ganado vacuno, raza criolla Hartón del Valle, con adaptaciones regionales, es protegida en pasturas arborizadas en un enclave subxerofítico al norte del Valle del

Cauca, Colombia, donde en los meses de mayor sequía encuentran refugio y alimento (Valderrama, 1995).

La diversidad aves en *árboles en pasturas* fue estudiada por Ramírez y otros (2011), quienes identificaron 83 especies de aves locales, con distintos tipos de hábitos alimenticios, en 24 potreros con árboles en pasturas, con área superior a 3.0 ha y más de 15 árboles/ha (entre cuatro y 28 especies/ha), en la localidad de Las Limas (30-32 °C, 1.200-1.800 mm/año, bosque húmedo tropical), municipio Matiguás, departamento de Matagalpa, Nicaragua. En Matiguás la ganadería extensiva doble propósito es la principal actividad económica, donde el 56% del territorio está ocupado por pasturas abiertas, 15% por *árboles en pasturas*, 2% de cercas vivas y el 21% por fragmentos de ecosistemas. En potreros diversos (con más de 10 especies/ha) y en potreros simples (menos de seis especies/ha), cercanos a bosques con más de 8,0 ha (distancia inferior a 250 m.) y lejanos del bosque (distancia superior a 1000 m.), encontraron que, efectivamente, los árboles en potreros con mayor diversidad de especies vegetales albergan mayor riqueza de aves locales, debido a la oferta de hábitat, fuentes alimenticias y conectividad del paisaje.

En la Serranía de los Paraguas, cañón del río Garrapatas, cordillera Occidental del Valle del Cauca, Colombia, en fincas ganaderas extensivas y fincas campesinas diversificadas (entre 1600 y 1900 msnm) se encuentran potreros con la suma de 27 especies, 22 géneros y 18 familias botánicas. Los géneros: *Montanoa*, *Eugenia*, *Xylosma*, *Myrsine*, *Baccharis*, *Centrum*, *Piper*, *Pithecellobium*, *Guazuma*, *Psidium*, *Albizzia*, *Nectandra*, *Ocotea*, *Cupania*, *Alchornea*, *Miconia*, *Clidemia*, *Cordia*, *Eugenia*, *PoPONax*, *Senna* y *Cecropia* (Espinel, Esquivel y Galindo, 2003).

En la cuenca alta del río Virilla (1.500-2.500 msnm, 16-18 °C, 83-88 HR, 2.000-3.400 mm/año), San José, Costa Rica al evaluar la conservación del suelo en el sistema de árboles de *Alnus acuminata* en pasturas (*Paspalum acuminatum*), con edades de dos, tres y cuatro años, sometidas a pastoreo de terneras menores a un año, carga animal de 0.75 unidades por ha Villanueva e Ibraim (2002) reportaron

mayor acumulación de materia orgánica en el suelo, aumento del doble del nitrógeno y aumento del carbono orgánico del suelo, disminución de la densidad aparente (3.16 a 2.14 kg/m²) y disminución de la resistencia del suelo a la penetración (de 184.6 a 196.7 t/ha) en la medida que aumentan los años del sistema, al comprársele con pasturas desarboladas.

En la quinta Cristo Rey (2.800 msnm, 13.7 °C, 676 mm/año, 77.5% HR, estepa espinosa montano bajo, suelo franco arenoso, granular, 8% de pendiente), parroquia Licto, Cantón Riobamba, al norte de la Provincia Chimborazo, en La Sierra de Ecuador, con el propósito de recuperar dos lotes del proceso erosivo del suelo establecieron una asociación de árboles con pastos (Zamora, 1999). El lote, se dividió en dos; en el lote A, 3.000 m², sembraron vicia *Vicia sativa* y avena *Avena sativa* que luego incorporaron como abono verde, luego establecieron árboles de acacia *Acacia* spp., 5 x 5 m., y volvieron a sembrar vicia para continuar el proceso de amarre y recuperación de estos suelos erosionados y ser aprovechada luego como fuente forrajera. En el lote B, 1000 m², sembraron vicia y avena como abono verde, luego establecieron árboles de aliso *Alnus jurullensis*, 6 x 6 m.; luego, junto con los árboles, se establecerá pasto en este lote. El 98.12% de las acacias y 94.11% tuvieron buen prendimiento en sus respectivos lotes.

2.3.4 CRITERIO FUNCIONAL. Su función principal de la tecnología agroforestal *árboles en pasturas* es el incremento de la productividad del sistema, mediante una serie de servicios y productos de los árboles en relación con las pasturas.

Los servicios agroforestales de la tecnología *árboles en pasturas* se presentan en el lote y fuera de este. En el lote las copas de los árboles y arbustos captan la abundante radiación solar tropical y carbono atmosférico, acumulan biomasa y energía; los árboles y arbustos brindan abrigo (en el clima medio y frío) y sombra a los animales (en el clima caliente); regulan el microclima (variación térmica) y algunos tienen carácter piroresistente, etc. Fuera del lote el sistema reduce el albedo, controla el arrastre del suelo fuera del lote, etc. Los productos se distribuyen

entre el consumo en la finca (leña, madera, forrajes, carne, leche, etc.) y la comercialización (madera, carne, leche, etc.).

Patiño (1972, 32-38) estudió el impacto negativo (factores inhibitorios) de la sequía en la producción agropecuaria en América equinoccial, especialmente en tiempos de la Colonia española y portuguesa. Lo que en la actualidad se denomina cambio climático no ha sido menor antes, incluso vivido con mayor rigor, en especial la sequía seguida, muchas veces, de fuertes temporadas invernales. Las intensas sequías han afectado de forma más drástica a las zonas secas y semiáridas de América tropical. Varias regiones y zonas la han padecido, y la mortandad de animales (bovinos y caprinos) por miles se ha registrado en Venezuela (Coquibacoa y Coro, entre 1762 y 1782; Ibid. 33), península de la Guajira (años 1925 y 1926; Ibid., 34), en Nariño (entre los años 1696 y 1719; Ibid, 36); río Maraón o Amazonas (año 1767; Ibid. 37-38); en la Guayana Inglesa (años 1831, 1878, 1898 y 1926; Ibid., 38); al noroccidente de Brasil, región Ceará y semiárida de sertão (entre 1605 a 1919; Ibid, 38). La presencia de las especies leñosas (árboles y arbustos) al regular la temperatura local se disminuye la evapotranspiración en el lote, conservan la humedad disponible para los pastos y reducen el estrés calórico de los animales.

Campesinos y ganaderos han detectado algunas de las ventajas de la asociación de árboles y pasturas. Por ejemplo, Pezo y Ospina (2009) entrevistaron a ganaderos e investigadores con experiencia en pasturas del municipio Muy Muy, en el departamento central de Matagalpa, Nicaragua, acerca de las percepciones de pasturas seminaturales (nativas) que se encuentran asociadas con otras arvenses y especies leñosas (árboles y arbustos) y constituyen una opción de resistencia o rusticidad para la producción ganadera, en una zona como la de Muy Muy donde se presenta diversidad en condiciones del terreno (pedregosidad y encharcamiento), temporada seca marcada (noviembre a mayo) y las pasturas seminaturales presentan amplia distribución, pero existe poco conocimiento de las mismas. Los ganaderos reconocen como persistentes durante la sequía a las pasturas jaragua *Hyparhenia rufa*, Asia *Panicum maximum*, grama *Paspalum notatum*, *P. conjugatum*

y *P. centrale*, a pesar de tener bajo nivel nutritivo, como lo señalan los investigadores. La asociación de estas pasturas seminaturales con árboles de carao *Cassia grandis*, madero negro *Gliricidia sepium*, guácimo *Guazuma ulmifolia*, genízaro *Albizia saman*, roble macuelizo *Tabebuia rosea*, guanacaste *Enterolobium cyclocarpum*, pochote *Pachira quinata*, cedro *Cedrella odorata*, caoba *Switenia macrophylla* y pochote *Pachira quinata* es reconocida por los ganaderos entrevistados, quienes valoran su importancia en la conservación de la humedad del suelo, verdor de las pasturas, el uso de algunas como forrajeras, y en otros casos el aprovechamiento de su madera, postes y leña.

Restrepo y otros (2004) encontraron que 53 fincas de la región seca y calurosa del Pacífico de Costa Rica que los potreros presentan un sombrío moderado del 16%, aunque este se incrementa, por encima al 40% en fincas de ganadería doble propósito, con predominio de razas europeas o sus cruces, que son más sensibles al estrés calórico.

En el municipio Matiguás (200-400 msnm, 27 °C, 1.200-1.800 mm/año), departamento Matagalpa, al centro de Nicaragua, en 34 fincas se encuentra que pasturas nativas y mejoradas con árboles (*Cassia grandis*, *Platymiscium pleiostachyum*, *Albizia saman*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*), almacenan 164 y 170 toneladas de Carbono por hectárea del sistema (pasto, mantillo, árboles y suelo) (Ruiz y otros, 2004).

En La Sierra de Ecuador, entre 3.150 y 3.550 msnm., Pita (1990) evaluó la producción de ovejas en pasturas asociadas con *Pinus radiata* en distintas densidades. Encuentra excelente y buena la producción pecuaria cuando la densidad oscila entre 300 y 500 árboles/ha, con alturas de 4 a 6 metros; mediana cuando oscila entre 600 y 750/ha, con alturas entre 6 y 16 m; pobre cuando oscila entre 1.000 y 2.500/ha, con alturas entre 2 y 10 m. Cuando los árboles alcanzan 9 años reducen la velocidad del viento en un 40%, disminuyen la mortalidad de crías y protegen mejor las recién esquiladas. En los bosques, durante el invierno, cosechan el hongo comestible *Boletus luteus*.

También en Ecuador, en su región Amazónica, en los cantones de Palora (bosque muy húmedo premontano, 975-990 msnm, 18-24 °C, 2.000-4.000 mm/año, régimen climático bimodal, suelo franco), Provincia Morona Santiago y Puyo (bosque pluvial premontano, 990-1.010 msnm, 18-24 °C, 4.000-8.000 mm/año, régimen climático bimodal, suelo franco limoso), Provincia de Pastaza, en el pie de monte de la cordillera Oriental de los Andes, Cañadas (1993) estudió las especies leguminosas que se encuentran en las pasturas. Encontró que 36 especies leguminosas nativas e introducidas, de 25 géneros botánicos, con buena palatabilidad, son ramoneadas por el ganado y mejoran su alimentación.

2.4 ÁRBOLES EN PASTURAS CONVENCIONALES VS ÁRBOLES EN PASTURAS ECOLÓGICOS

La europeización de las sabanas (arboladas) del continente americano, concepto retomado de Parsons (1992b) constituye una historia de larga duración, como lo plantea Van Ausdal (2009), lo cual indica la amplitud de la herida continental producto de la deforestación, instalación de pasturas con quemas y la reciente aplicación recurrente de herbicidas para controlar los rebrotes, en la casi totalidad de las regiones naturales de América tropical, desde el trópico de Cáncer al trópico de Capricornio.

Es importante tener en cuenta la advertencia de Mario Añazco (2000, 102), al estudiar sistemas agroforestales de la región andina de Ecuador, quien señala que los árboles en pasturas constituyen “el mal menor”, debido, por supuesto, a la sustitución del bosque andino por pasturas arboladas. Igual observación podría realizarse en otras regiones naturales del continente.

Si se sustituyeran amplias extensiones de la Amazonia con *árboles en pasturas*, ¿estás podrían catalogarse como *ecológicas*? (Fig. 9). La pérdida de la biodiversidad, emisión de gases con efecto invernadero, regulación del clima local y regional, entre otros, constituyen elementos de análisis a tener en cuenta.



Figura 9. Quema o chaqueo de la selva amazónica boliviana y pasturas con palmas remanentes en la Amazonia de Bolivia, El Beni. Año 2007.

Igual puede afirmarse en relación con la conservación del suelo y del agua, en áreas y zonas donde los potreros impactan microcuencas hidrográficas, bien sea por arrastre de sedimentos o pérdida de la capacidad de acumulación de agua, donde los árboles en pasturas y mucho menos pasturas desarboladas ubicadas al lado de nacimientos y cursos de agua (quebradas y ríos) son incapaces de regular el ímpetu del agua durante las estaciones lluviosas (Fig. 10).



Figura 10. Pastura convencional, al lado de quebrada, en la Amazonia colombiana, departamento de Caquetá. Año 2009.

Sin duda constituye un avance la integración del componente leñoso en los cultivos transitorios o las pasturas, pero es insuficiente. La integración de los árboles en usos del suelo convencionales (monocultivos y monocrianza) configura una variación en la denominación del uso del suelo (sistema agroforestal), varía las interacciones biológicas, pero no por ello varía el carácter de convencional a ecológico a un uso del suelo determinado. Los árboles, por sí mismos, no tienen tanto poder. En ese orden de ideas, la inclusión de especies leñosas a una pastura no la convierte de manera automática en “ecológica”.

La denominación de “ecológica” de una tecnología agroforestal incluye aspectos sociales, económicos y biotécnicos. Entre estos últimos, es necesario tener en cuenta el ecosistema, clima dominante, ubicación, extensión, porcentaje de cobertura, prácticas de manejo, etc. Una actividad recurrente en sistemas de pasturas arboladas es la fertilización nitrogenada de la pastura con urea, práctica que le da una categoría de *convencional* a este tipo de *árboles en pasturas*, por incrementar la descomposición de la materia orgánica del suelo. Montenegro y Abarca (2002) estudiaron las emisiones de gases con efecto invernadero (CO_2 , N_2O y CH_4) de *árboles en pasturas* con ganado bovino en tres ecosistemas de Costa Rica, donde no se abona el suelo sino que se fertiliza la pastura, con componentes sintéticos nitrogenados, presentándose mayor concentración y emisión de gases de efecto invernadero del suelo, producto del desbalance carbono/nitrógeno que afecta la actividad de las bacterias denitrificantes (al incrementar su actividad de descomposición de raíces muertas del suelo); a pesar que el sistema de *árboles en pasturas* registra mayor acumulación de carbono almacenado en el sistema *árboles en pasturas*, que en los ecosistemas regionales.

Igualmente, varias actividades de manejo articuladas en *árboles en pasturas* conducen a la degradación del suelo, tornando insostenible esta tecnología agroforestal. Hernández y otros (2002), al nororiente de Guatemala, departamento de Petén, municipio Dolores, en 35 fincas ganaderas en los caseríos El Calabazal, Las Delicias y Agua Blanca (topografía ondulada, 200-300 msnm, 1.160-2.000 mm/año,

clima cálido, 32 °C, 60% HR) al comparar el impacto de tipos de ganadería, donde en las fincas predominan *árboles en pasturas* (71%) encontraron degradación leve, moderada (71%) y severa (41%) por ganadería (engorde y doble propósito). Registraron que las prácticas del chapeo, quema, aplicación de herbicidas y sobre pastoreo tienen relación directa con la degradación del suelo.

2.5 IMPORTANCIA DE LOS ÁRBOLES EN PASTURAS

¿Por qué es importante la tecnología agroforestal *árboles en pasturas*? Debido al impacto ambiental negativo de los sistemas de producción pecuaria, especialmente el convencional de pasturas limpias o desarboladas, el suelo queda expuesto a los agentes erosivos (viento y agua), al sobre pastoreo (con pérdida de la pastura) y la compactación del suelo por pisoteo. De manera gradual el suelo es lavado, se compacta, reduce su capacidad productiva y se pierde la biodiversidad local y regional, con ello, se reducen las opciones de autoabastecimiento e ingreso familiar y comunitario.

En relación con la destrucción de la vegetación natural del continente americano, esta sólo dio muestras dramáticas de destrucción con la introducción de la agricultura mercantilista y utilitaria introducida por los europeos, más el aumento de la población, lo cual se hizo dramático en la región andina (Patiño, 1975, 26). Debido a la enorme riqueza de ecosistemas y especies, esa destrucción es una tragedia de enormes proporciones. Con la deforestación y los suelos descubiertos, expuestos a la lluvia y viento, la llegada de la erosión generalizada, era sólo cuestión de tiempo.

En relación con la importancia de los sistemas silvipastoriles Mahecha (2002) destacó varios aspectos, en especial lo relacionado con la conservación del suelo, conservación de la biodiversidad local, aprovechamiento del agua y otros efectos en el medio ambiente.

El carácter paliativo de la tecnología agroforestal *árboles en pasturas* es importante en procesos de reconversión de pasturas desarboladas.

En lugares, zonas y regiones naturales, donde las condiciones biotécnicas permitan el desarrollo de sistemas silvipastoriles, la tecnología agroforestal *árboles en pasturas* es importante, en comparación con las pasturas limpias debido a que:

- Conserva y promueve mayor diversidad de especies leñosas y no leñosas.
- Presenta mayor oferta ambiental para la conectividad, alimentación, nidación y refugio de fauna silvestre.
- Presenta varios estratos vegetales, entre dos y cuatro, para el aprovechamiento de la radiación solar.
- Presenta mayor diversidad de forrajeras disponibles, de manera permanente o estacional.
- Brinda sombra parcial, regulación térmica y reducción del viento y/o heladas para los animales de cría.
- El sistema de raíces de las especies leñosas y no leñosas realizan una mayor penetración y aprovechamiento de los horizontes del suelo.
- Presenta mayor capacidad de conservación del suelo, mediante el amarre brindado por los sistemas radicales de los árboles y mejora de la porosidad.
- Presenta mayor incorporación de biomasa (debido a la asociación de gramíneas, leguminosas y leñosas), aumento de agregados y conservación de la humedad del suelo, de esta manera mejora la vida, estructura y nutrientes del suelo.
- Presenta mayor velocidad de descomposición de bostas dispersas en las pasturas.
- Presenta mayor interceptación de la lluvia y acumulación de ella en el follaje, ramas y fustes, de esta manera evita el golpe directo de la lluvia en la totalidad del lote.
- Presenta mayor captación y acumulación de gases atmosféricos y producción de biomasa.
- Presenta mayor capacidad de captación y acumulación de nitrógeno atmosférico, mediante asociación con leguminosas rastreras y arbóreas, y disminuye los requerimientos de incorporación de abonos.
- Genera varios productos (madera, leña, frutas, forraje, etc.) y aumento de la productividad del sistema.
- Diversifica el paisaje debido a distintas opciones de arreglos y asociaciones de los *árboles en pasturas*.
- Genera distintas destrezas, habilidades, fuentes de empleo e ingreso.

La tecnología agroforestal *árboles en pasturas* es constitutiva de una propuesta integral de producción pecuaria sustentable. Esta se complementa con otras tecnologías agroforestales (banco de forrajes o de proteína, sistema silvipastoril intensivo, cerca viva, barrera rompevientos, etc.) y prácticas de manejo (rotación de potreros, manejo adecuado de aguas, producción local de abonos, promoción de la biodiversidad, etc.) que hacen parte de procesos de reconversión ecológica de la producción pecuaria.

3 SELECCIÓN, INSTALACIÓN Y MANEJO DE ÁRBOLES EN PASTURAS EN AMÉRICA TROPICAL

Las etapas y actividades para el manejo general de los árboles en pasturas son: selección del lugar, establecimiento, manejo y aprovechamiento. El establecimiento consiste en la selección y consecución del material vegetal, diseño, trazado, hoyado y resiembra. El manejo consiste en el riego, podas, raleo, manejo de rebrotes, deshierbas, abonado, manejo fitosanitario y resiembras. El aprovechamiento consiste en la cosecha (frutas, forraje, etc.), raleo o entresaca (madera y leña), etc.

La innovación o sofisticación de cualquier tecnología agroforestal está determinada por la capacidad de demostrar su potencialidad y utilidad en la vida cotidiana. Deben tenerse en cuenta consideraciones biotécnicas y socioeconómicas durante el manejo de cada tecnología agroforestal, de acuerdo a las condiciones específicas de ella y su contexto.

La adopción de sistemas agroforestales novedosos no es fácil en las comunidades rurales. Por ello, de preferencia, debe trabajarse en la mejora, sofisticación y fortalecimiento de los ya existentes, que están más difundidos, son más apreciados y útiles para las familias rurales, debido a que en estas tecnologías agroforestales se involucran actividades compatibles con la cultura y economía local.

Estas consideraciones facilitan la programación de actividades, seguimiento, evaluación y sistematización de la información. Cada actividad del manejo agroforestal tiene sus requerimientos propios de conocimiento, habilidades, tiempo y

materiales, por ello es de especial interés realizar observaciones con regularidad, tomar registros, analizar la información y así gradualmente sofisticar el manejo de la tecnología agroforestal para desarrollar su potencialidad en beneficio de las fincas y familias rurales.

Una vez identificados los cambios o ajustes necesarios en la finca, se seleccionan las tecnologías agroforestales (existentes y novedosas) y el tipo de especies que podrían conformarla (frutales, maderables, de leña, forrajeras, etc.) dirigidas a satisfacer necesidades de la familia y finca. De acuerdo con las áreas de finca se pueden asignar los lotes.

Este aspecto es de especial cuidado, debido a que todas las tecnologías agroforestales, por tratarse de especies leñosas, tienen expectativa de vida media y larga, y no es fácil ni económica su remoción posterior.

Una vez establecido un lote con árboles en pasturas, deben proveerse los cuidados y protección, que conduzcan a un óptimo aprovechamiento. Estas actividades tienen sus tareas específicas que, al momento de realizar la planificación, deben tenerse en cuenta de forma rigurosa. Igualmente, cada organización y familia indígena y de agricultores deben identificar aspectos limitantes durante estas etapas, solucionarlos, y así cada familia pueda manejar adecuadamente sus lotes y fincas de manera favorable. La reflexión y trabajo familiar y comunitario son elementos fundamentales durante las etapas del manejo agroforestal ecológico.

El manejo agroforestal, desde el enfoque de sistemas, consiste en la forma por medio de la cual la familia transforma las entradas en salidas útiles, favorables. Esto implica la comprensión y racionalización del proceso productivo y la toma de decisiones acertadas para el manejo de los recursos y energía. Cada actividad tiene su momento adecuado, herramientas, materiales, mano de obra, presupuesto, etc., dentro de una programación previamente elaborada, con los naturales ajustes del trabajo y vida rural. A cada actividad debe darse un seguimiento y registro para sistematizar el proceso y resultados.

3.1 ESTABLECIMIENTO.

En caso de partir de un lote desnudo, las actividades del establecimiento son: diseño; selección y consecución del material vegetal; trazado, hoyado y siembra.

3.1.1 DISEÑO. El diseño consiste en la determinación de los tipos de especies, especies y distancias de siembra y distribución de las plántulas (curvas a nivel, triángulo, cuadro, rectángulo, media luna, circular, irregular, por parches, etc.), partir de las condiciones del lote, aspectos culturales, localidad y región. Para diseñar cada lote destinado a *árboles en pasturas* se deben tener en cuenta los tipos de árboles (frutal, madera, leña, multipropósito, etc.), las condiciones biofísicas y socioeconómicas de la finca y sus lotes, necesidades familiares, capacidad de trabajo familiar y comunitario, interés de la familia, etc.

Tipos y características de especies leñosas en *árboles en pasturas*:

- Forrajeras:
 - ✓ Compuesta por especies arbustivas forrajeras.
 - ✓ Producto principal: forrajes para animales en pastoreo, estabulados y semi estabulados.
 - ✓ Disposición solar media o alta.
 - ✓ Densidad de siembra baja a media.
 - ✓ Dos o tres estratos verticales.
 - ✓ Altura baja a media (2-4 m.), para facilitar la cosecha.
 - ✓ Se puede requerir protección de cercos durante el crecimiento, en caso de pastoreo y ramoneo.
- De leña:
 - ✓ Compuesta por especies arbustivas y arbóreas para leña.
 - ✓ Producto principal: leña de consumo familiar y local.
 - ✓ Disposición solar media o alta.
 - ✓ Densidad de siembra baja a media.
 - ✓ Dos o tres estratos verticales.
 - ✓ Altura media a alta (5-10 m.).
 - ✓ Se puede requerir protección de cercos durante crecimiento, en caso de pastoreo y ramoneo.
- Maderable:



- ✓ Compuesta por especies arbóreas maderables.
- ✓ Producto principal: madera de distinto uso a nivel familiar, local y comercialización.
- ✓ Disposición solar media o alta.
- ✓ Densidad de siembra baja a media.
- ✓ Dos o tres estratos verticales.
- ✓ Altura alta (7-20 m.).
- ✓ Se puede requerir protección de cercos durante crecimiento, en caso de pastoreo y ramoneo.

- Abonera:
 - ✓ Compuesta principalmente por especies arbustivas leguminosas.
 - ✓ Producto principal: abonos verdes en el lote (pasto de corte).
 - ✓ Disposición solar media a alta.
 - ✓ Densidad de siembra baja a media.
 - ✓ Dos o tres estratos verticales.
 - ✓ Altura baja a media (2-4 m.), para facilitar la cosecha.

- Frutal:
 - ✓ Compuesta principalmente por especies arbustivas y arbóreas frutales.
 - ✓ Producto principal: frutas de consumo familiar, local y comercialización.
 - ✓ Disposición solar media o alta.
 - ✓ Densidad de siembra baja a alta.
 - ✓ Dos o tres estratos verticales.
 - ✓ Altura media a alta (3-6 m.).
 - ✓ Ocasionalmente se puede requerir riego.
 - ✓ Es posible que se requiera poda de raíces.
 - ✓ Se puede requerir protección de cercos durante crecimiento, en caso de pastoreo y ramoneo.

- De fibra (*Agave*):
 - ✓ Compuesta principalmente por cabuya *Agave* spp.
 - ✓ Producto principal: fibra vegetal.
 - ✓ Disposición solar media a alta.
 - ✓ Densidad de siembra media a alta.
 - ✓ Dos estratos verticales.
 - ✓ Altura baja a media (3-4 m.).
 - ✓ Se requiere cerca muerta.

- Mixta:
 - ✓ Compuesta principalmente por especies no leñosas, arbustivas y arbóreas de distinto aprovechamiento.



- ✓ Producto principal: frutas, forrajes, leña, madera, etc.
 - ✓ Disposición solar media o alta.
 - ✓ Densidad de siembra baja a media.
 - ✓ Tres a cuatro estratos verticales.
 - ✓ Altura media a alta (4-20 m.).
 - ✓ Se puede requerir protección de cercos durante crecimiento, en caso de pastoreo y ramoneo.
- De conservación de la biodiversidad:
 - ✓ Compuesta principalmente por especies no leñosas, arbustivas y arbóreas locales y regionales de distinto aprovechamiento e interés (frutales, forrajeras, leña, madera, etc.) o constituir alimento, refugio y percha de aves migratorias o regionales.
 - ✓ Servicio principal: conservación *in situ* de especies vegetales nativas locales y regionales; además puede brindar productos varios.
 - ✓ Disposición de luz solar de baja a alta.
 - ✓ Densidad de siembra de baja a media.
 - ✓ Dos a cuatro estratos verticales.
 - ✓ Altura media o alta (4-20 m.).
 - ✓ Se puede requerir protección de cercos durante crecimiento, en caso de pastoreo y ramoneo.
- De conservación del suelo:
 - ✓ Ubicadas perpendicularmente a la pendiente del terreno (baja a media).
 - ✓ Compuestas principalmente por especies arbustivas y de aprovechamiento variable.
 - ✓ Servicio principal: conservación del suelo de los lotes de la finca; además puede brindar productos varios.
 - ✓ Disposición solar baja a alta.
 - ✓ Densidad de siembra media a alta.
 - ✓ Dos o tres estratos verticales.
 - ✓ Altura baja o alta (2-20 m.).
 - ✓ Se puede requerir protección de cercos durante crecimiento, en caso de pastoreo y ramoneo.
 - ✓ Es posible el uso de coronas y zanjas de infiltración o conducción.

Durante el diseño de la tecnología agroforestal *árboles en pasturas* deben contemplarse aspectos referentes al lote o lotes [ubicación, colindancia³⁵, tipo y

³⁵ De preferencia, los lotes de árboles en pasturas deben colindar con ecosistemas o sistemas de estructura y composición más compleja que ellos. Por ejemplo, bosque nativo, guaduales, cacaotales con sombrío, huerto familiar, etc. No debe colindar con nacimientos o cuerpos de agua.

condiciones del suelo, pendiente³⁶, horas luz en el lote, especies de animales de cría (herbívoros de gran, mediano y pequeño porte)³⁷, tipo de pastos (de pastoreo o de corte)³⁸, carga animal del lote³⁹, disponibilidad de agua para riego, uso del suelo anterior, tiempo de duración del sistema⁴⁰, uso del suelo de rotación⁴¹, etc.), especies vegetales (árboles y arbustos)⁴²] y prácticas de manejo⁴³, expectativas económicas del ganadero o agricultor, etc.

Igualmente, se tienen en cuenta las características de las especies vegetales (pastos, arvenses y especies leñosas) de los *árboles en pasturas*. De acuerdo con el tipo o tipos de *árboles en pasturas* a instalar, se hace un listado preliminar de las especies vegetales locales y regionales. Siguiendo a Geilfus (1989) se sugieren algunas características recomendables de las especies leñosas en los árboles en pasturas: a) raíces profundas, que no compitan con el pasto, b) hábil fijadora de nitrógeno atmosférico (en especial leguminosas), c) con hojas pequeñas, ramas dispersas o copa poco densa (que generen sombra parcial), d) hojas pequeñas o medianas de rápida descomposición, que no forme tapiz sobre el pasto, e) alta sobrevivencia luego de trasplante, f) que no se reproduzca sin control, g) que no sea quebradizo, para evitar accidentes y muerte de animales por caída de árboles, h) no poseer corteza apetecible para los animales, para evitar su deterioro y necesidad de remplazo, i) especies longevas o de larga duración, para evitar resiembras frecuentes, j) en caso de ser especie forrajera, que produzca abundante follaje, de alta calidad forrajeras y con alta capacidad de rebrote, y k) en caso de ser especies frutales, que cuenten abundante producción.

³⁶ No se deben tener árboles en pasturas pendientes superiores al 40%, de preferencia con pastos de corte.

³⁷ Animales de mayor peso, mayor número por unidad de área y mayor número de horas por día en la pastura, impactan negativamente en el suelo y capacidad de rebrote de los pastos.

³⁸ Los lotes con pastos de corte presentan menor impacto por pastoreo.

³⁹ Es variable, depende del ecosistema dominante, el régimen climático, especies de pastos, especies de animales, etc.

⁴⁰ Planificada en número de años o décadas.

⁴¹ Los *árboles en pasturas* deben rotarse con ecosistemas o sistemas de mayor complejidad y capacidad de acumulación de biomasa.

⁴² De acuerdo con el tipo de sombrío de los árboles en pasturas, debe promoverse la diversidad especies y complejidad estructural de árboles y arbustos, con la inclusión de especies leguminosas.

⁴³ Limpiezas, desmatos, entresacas, raleo, etc.

3.1.2 SELECCIÓN Y CONSECUCCIÓN DE ESPECIES. Una vez definido el tipo o tipos de especies leñosas de los *árboles en pasturas* que se va a instalar en cada lote de la finca, se deben seleccionar las especies que satisfagan esa necesidad o necesidades.

Se deben tener en cuenta los criterios técnicos de selección de las especies leñosas, entre otros: velocidad de crecimiento, sobrevivencia luego de trasplante, capacidad de rebrote, profundidad del sistema radical, existencia de efectos alelopáticos nocivos a los pastos y animales de cría, alimentación de fauna silvestre, nidación o refugio de fauna silvestre, etc.

La selección de las especies que integrarán los *árboles en pasturas* se realiza con respecto a los productos y servicios de las especies vegetales (frutas, forraje, madera, leña, etc.), la oferta vegetal local y regional (biodiversidad), condiciones biotécnicas, ambientales (clima y ecosistema) y socioeconómicas (cultura, mano de obra, capital).

Una vez depurada la lista de especies y definido el tipo o tipos de especies, densidad y diseño, se analiza la posición relativa de los árboles en la pastura en el contexto del lote y finca (ubicación con respecto a la luz, pendiente del terreno, bosques, proximidad con la vivienda, galpones, tendidos eléctricos, canales de riego, etc.).

Debido que los *árboles en pasturas* son tecnologías de larga duración, de preferencia el material vegetal a sembrar debe ser de origen local y regional, debido a su mejor adaptación. En cada finca, localidad y región es necesario identificar fuentes semilleras. Cada agricultor y ganadero debe contar en su finca con un vivero; las comunidades y sus organizaciones deben tener viveros comunitarios. Además puede contarse con viveros estatales y privados de donde puedan obtenerse especies leñosas de la región: en estos viveros debe tenerse especial precaución, pues generalmente reproducen y promueven especies forestales introducidas.

3.1.3 TRAZADO, HOYADO Y SIEMBRA. El trazado hace referencia a la ubicación de los sitios precisos de siembra en la pastura, lugar destinado al crecimiento de las especies vegetales, según el diseño. Con estacas y piola o fibra se traza la línea sobre el terreno donde se instalarán los árboles en medio de la pastura. De acuerdo con el diseño y los normales ajustes sobre el terreno, se realiza el hoyado donde será sembrada cada planta, plantón o estaca. En zonas montañosas, en lotes pendientes (hasta 40%) los árboles deben sembrarse perpendiculares, a tres bolillo o triángulo de la pendiente, esto con el propósito de mejorar la conservación del suelo. Las pasturas y leguminosas rastreras se siembran por semillas sexual o asexual.

Con anterioridad, en la finca o hacienda, se debe acumular estiércoles animales y elaborar compost, así como acumular cenizas, y tener estos materiales aptos y en cantidades suficientes durante la siembra y el abonado posterior a la siembra.

El hoyado para la siembra de los árboles se puede efectuar de forma manual (con hoyador, barra y palín) o mecánicamente (con un hoyador conectado a la toma de fuerza del tractor). Esta labor debe realizarse con las primeras lluvias, cuando el suelo está húmedo y fácil de trabajar. La disponibilidad de mano de obra, herramientas, maquinaria y capital determinan la cantidad de hoyos a realizar por unidad de tiempo. Las dimensiones de hoyo o caja están determinadas por el cespedón del plantón, estaca o semillas; de igual manera, por las condiciones del suelo (presencia de piedra). Lo importante es que el suelo quede suelto y facilite las condiciones de crecimiento del sistema de raíces. El hoyado se puede realizar justo antes de la siembra o con suficiente anterioridad, de acuerdo a las condiciones de cada familia, finca y lote.

Es de especial interés seleccionar adecuadamente la época o periodo(s) del año, día(s) y hora(s) de siembra. En el lugar indicado según el diseño, se deben sembrar plantones, semillas y estacas prendidas y de tamaño adecuado de especies vigorosas y resistentes. De preferencia se deben sembrar plantones con

altura adecuada (40 a 70 cm), además que ya están formados y resistentes, las hierbas no alcanzan a cubrirlos y reducir su crecimiento.

La siembra se realiza durante la(s) época(s) de lluviosas⁴⁴ y, preferiblemente en las horas menos calurosas (al final de la tarde). Es necesario diferenciar las especies que soportan con mayor facilidad las condiciones rigurosas de clima y tienen crecimiento vigoroso; igualmente las que tienen menor resistencia y adaptabilidad para dedicarles cuidados especiales. Con las semillas y estacas prendidas, plántones de mayor altura y mejor estado se inicia la siembra. La resiembra se contempla y programa, con un estimativo de pérdida del material vegetal inicial sembrado (entre el 5 y 15%). Para la siembra y resiembra se deben “endurecer” los plántones previamente.

Igualmente se debe incluir el sistema de cerca viva en la división de potreros, para su rotación.

3.2 CUIDADO. Hace parte del manejo del sistema. Son aquellas labores que contribuyen al buen desarrollo del sistema *árboles en pasturas*. Las actividades del cuidado son: riego, abonado y podas.

Los pastos y árboles de esta tecnología agroforestal, debe cultivarse y cuidarse como cualquier otro cultivo. Las labores de cuidado, de carácter preventivo, garantizan que la pastura y árboles instalados no sólo se conserven, sino que cumplan los propósitos de producción y conservación de los *árboles en pasturas*. El descuido o mal cuidado pueden hacer fracasar el sistema agroforestal. Las labores de cuidado deben realizarse de manera adecuada y oportuna.

Los pastos y árboles requieren del agua para su crecimiento y producción óptima. Los pastos generalmente la obtienen del rocío, pero no siempre les es suficiente. En zonas con sequías fuertes y prolongadas y especies poco resistentes a ellas, obligatoriamente debe incluirse el riego, o seleccionarse las especies y variedades

⁴⁴ También pueden tenerse en cuenta las fases lunares para la siembra, de acuerdo al tipo de especies leñosas (maderables, frutales, forrajeras, etc.).

de pastos y árboles más resistentes en esas áreas y lotes de la finca o hacienda. El sistema de riego a adoptarse depende de la cantidad de agua disponible, capital, mano de obra y facilidad de consecución de los materiales. En zonas con tendencia a la sequía, deben incluirse obras para almacenamiento y distribución del agua, así como la construcción de cajas o cerco de agua alrededor de los árboles. El riego es la primera actividad luego de la siembra, por ello es de especial la época o temporada de establecimiento. En zonas con exceso temporal de lluvias, deben excavarse zanjales de evacuación.

Puede incluirse un sistema de enmiendas orgánicas y corrección de pH del suelo del lote. El abonado del suelo debe incluir un sistema periódico de preparación y aplicación de abonos sólidos y líquidos (fertilización), de los pastos y árboles. Si se incluye en el diseño la asociación de especies “fijadoras” de nitrógeno atmosférico (rastreras y arbóreas), y/o se presentan buenas condiciones de suelo, el abonado se puede reducir notablemente.

En el vivero se realizan las podas de formación de los árboles destinados a la pastura. En el sitio definitivo de siembra, es frecuente la realización de poda de mantenimiento de las especies leñosas. También se realiza la poda sanitaria y descope, de acuerdo con la especie. En árboles maderables la poda de ramas es una práctica frecuente para evitar la formación de ramificaciones a baja altura; o se seleccionan especies que presenten autopoda. En árboles frutales se realiza poda para retirar chupones y ramas improductivas.

3.3 PROTECCIÓN. Hace parte del manejo del sistema. Son aquellas labores que impiden que agentes externos deterioren el buen desarrollo de las especies vegetales de la tecnología agroforestal *árboles en pasturas*. Las actividades de protección son: cercado, limpiezas, desmatos, control de quemas y control fitosanitario. Estas actividades requieren observación y evaluación permanente del sistema *árboles en pasturas*.

El cercado se realiza exclusivamente para los lotes y árboles que requieren este tipo de medida, ya que es costosa y dispendiosa. Si el lote con árboles en pasturas es sometido a pastoreo de ganado bovino o caprino, se deben proteger los árboles en desarrollo, mediante un cerco individual, más exigente en especies forrajeras. Si se tienen especies animales menos voraces y agresivas, no requieren esta protección, o es menos exigente. Si no se protegen los árboles y arbustos de la voracidad y pisoteo de los animales o las corrientes de aire frío la resiembra puede ser muy costosa o, incluso, llegar a perderse los árboles.

En el lote se realizan actividades periódicas y manuales de limpieza y desmataje, para conservar la capacidad productiva de la pastura y de los árboles. De ser necesario, se contemplan resiembra de pastos.

Durante el diseño de la tecnología agroforestal *árboles en pasturas*, en zonas con existencia, permanente u ocasional, de quemas incontroladas, entre las actividades de protección debe incluirse, de manera preventiva, el control de las quemas, mediante la inclusión de barreras corta fuego (zanjas, barreras de fique y otras) y especies vegetales piroresistentes.

3.4 COSECHA o APROVECHAMIENTO. Es la etapa de aprovechamiento productivo de la tecnología agroforestal *árboles en pasturas*. En los *árboles en pasturas* hay dos orígenes de los productos: animales y vegetales. Los animales de cría, herbívoros, que pueden ser de varios tipos (desde ganado bovino hasta gallinas sueltas) pueden generar productos a partir de algunos meses (huevos y carne), hasta pocos años (leche y carne) y alcanzarse producción de manera sostenida y permanente. Los forrajes, fruta, leña, varas y madera, en ese orden, tarda desde varios meses a varios años. La producción de las especies leñosas puede ser permanente, de acuerdo al diseño, resiembra y manejo adecuado de los *árboles en pasturas*.

4 REGISTROS

El fortalecimiento de los sistemas agroforestales en las fincas familiares y el desarrollo de la Agroforestería, como área del conocimiento, la planificación y toma de registros constituyen actividades de mucha importancia para evaluar los beneficios locales y puntuales de los sistemas agroforestales.

Los registros permiten comprender, comparar, analizar, ajustar y valorar la importancia de los *árboles en pasturas* en cada lote, finca y localidad. Los *árboles en pasturas*, en composición, estructura y manejo, es una tecnología agroforestal sencilla, puede hacer parte del proceso de educación, investigación y desarrollo de destrezas en la toma de registros y sistematización de experiencias agroforestales ecológicas.

De acuerdo con las actividades de manejo de los árboles en pasturas se sugieren algunos registros básicos, desde la instalación hasta la cosecha.

FICHA DE REGISTRO	
ARBOLES EN PASTURAS	
NOMBRE DE LA HACIENDA, FINCA O LOTE:	
PROPIETARIO:	
GENERALIDADES	
Nombre o número del lotes o finca:	
Uso anterior del suelo:	
Usos del suelo colindantes:	
Potenciales o usos del suelo posteriors:	
1. ESTABLECIMIENTO	



Tipo de pasto, especie(s), tipo de semilla y densidad de siembra:	
Fecha de siembra de herbáceas (día/mes o meses/año):	
Tipo de árboles en la pastura:	
Especie(s) de árboles:	
Tipo de semilla y altura de siembra:	
Densidad de árboles:	
Tipo de arreglo zonal o azonal:	
Fecha de establecimiento (día/mes o meses/año):	
Profundidad de siembra (cm):	
Herramientas utilizadas:	
Mano de obra (jornales/valor/m, ha):	
Valor total del establecimiento (valor/m, ha):	
Tipo de cerca viva instalada en el lote:	
2. CUIDADO	
2.1 Riego.	
Utilización de riego (sí/no):	
Tipo de riego (gravedad, goteo, cañón, manual, otro):	
Fuente del agua de riego (superficial, subterránea):	
Volumen de riego (m ³ /ha/año):	
Meses del año con riego:	

Tiempo de riego (horas/semana, mes/año):	
Mano de obra (jornales/valor/ha/año):	
Valor total del riego (valor/ha/año):	
2.2 Abonado.	
Tipo de abono (nombre):	
Cantidad en pastura (ton, m3/ha):	
Cantidad en árboles (kg, li/sitio, ton, m3/ha):	
Frecuencia (veces/año):	
Valor del abono (valor/kg, ton):	
Mano de obra (jornales/valor/m, ha):	
Valor total del abonado (valor/kg, ha/m, ha/año):	
2.3 Podas.	
Especie(s):	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de podas (días, mes/ha):	
Frecuencia (veces/año):	
Mano de obra (jornales/valor/ha):	
Valor total de podas (valor/ha):	
3. PROTECCIÓN	
3.1 Cercado.	
Tipo de cercado (varas, alambre, piedra, otros):	



Altura del cercado (cm, m):	
Altura de árboles cercados (cm, m):	
Especie(s) cercada(s):	
Número de árboles cercados/ha:	
Porcentaje de árboles cercados (%):	
Duración del cercado (mes/año):	
Mano de obra (jornales/valor/ha):	
Valor total del cercado (valor/sitio, ha):	
3.2 Limpieza.	
Tiempo de limpieza (jornales/ha):	
Número de limpiezas (cantidad/ha/año):	
Frecuencia (veces/año):	
Valor total de limpiezas (valor/ha/año):	
3.3 Desmatoje.	
Tiempo de desmatoje (jornales/ha):	
Número de desmatojes (cantidad/ha/año):	
Frecuencia (veces/año):	
Valor total de desmatoje (valor/ha/año):	
3.4 Cortafuegos.	
Existencia o práctica de quemas o incendios:	
Frecuencia (veces/año):	



Tipo de construcción de cortafuegos:	
Valor de medidas de control:	
3.5 Control fitosanitario.	
Especie(s) afectadas:	
Especie(s) protegidas:	
Tipo, causa y magnitud de la afección:	
Tipo de control utilizado:	
Frecuencia de afección (veces/año):	
Frecuencia de aplicación del control (veces/año):	
Mano de obra (jornales/valor/m, km):	
Valor total del control (valor/m, km):	
4. COSECHA	
4.1 Forrajera.	
Especie(s):	
Altura (máxima/mínima/promedio):	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de cosecha (horas, días/m, ha):	
Producción por cosecha (kg, ton/m, ha):	
Frecuencia de cosecha (días, meses/año):	
Mano de obra (jornales/valor/m, ha):	
Tipo de transporte:	



Valor total de la cosecha (valor/kg, ton):	
4.2 De leña.	
Especie(s):	
Altura (máxima/mínima/promedio):	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de cosecha (horas, días/m, ha):	
Producción por cosecha (kg, ton/árbol/ha):	
Frecuencia de cosecha (días, meses/año):	
Mano de obra (jornales/valor/ha):	
Tipo de transporte:	
Valor total de la cosecha (valor/kg, ton):	
4.3 Maderable.	
Especie(s):	
Altura (máxima/mínima/promedio):	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de cosecha (horas, días/árbol/ha):	
Producción por cosecha (kg, ton/árbol/ha):	
Frecuencia de cosecha (días, meses/año):	
Mano de obra (jornales/valor/árbol/ha):	
Tipo de transporte:	
Valor total de la cosecha (valor/kg, ton):	



4.4 Abonera.	
Especie(s):	
Altura (máxima/mínima/promedio):	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de cosecha (horas, días/ha):	
Producción por cosecha (kg, ton/ha):	
Frecuencia de cosecha (días, meses/año):	
Mano de obra (jornales/valor/ha):	
Tipo de transporte:	
Valor total de la cosecha (valor/kg, ton):	
4.5 Frutal.	
Especie(s):	
Altura (máxima/mínima/promedio):	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de cosecha (horas, días/árbol/ha):	
Producción por cosecha (kg, ton/árbol/ha):	
Frecuencia de cosecha (veces/año):	
Mano de obra (jornales/valor/árbol/ha):	
Tipo de empaque:	
Tipo de transporte:	
Valor total de la cosecha (valor/kg, ton):	



4.6 De fibra (Agave).	
Especie(s):	
Altura (máxima/mínima/promedio):	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de cosecha (horas, días/planta/ha):	
Producción por cosecha (kg, ton/planta/ha):	
Frecuencia de cosecha (veces/año):	
Mano de obra (jornales/valor/planta/ha):	
Tipo de transporte:	
Valor total de la cosecha (valor/kg, ton):	
4.7 Mixta.	
Especie(s):	
Altura (máxima/mínima/promedio):	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de cosecha (horas, días/árbol/ha):	
Producción por cosecha (kg, ton/árbol/ha):	
Frecuencia de cosecha (días, meses/año):	
Mano de obra (jornales/valor/árbol/ha):	
Tipo de transporte:	
Valor total de la cosecha (valor/kg, ton):	
4.8 De conservación de la biodiversidad.	



Especie(s):	
Origen de la(s) especie(s):	
Altura (máxima/mínima/promedio):	
Época de floración y fructificación (mes/años):	
Frecuencia de floración y fructificación (veces/año):	
Fuentes de polinización y dispersión de semilla:	
Herramientas utilizadas:	
Tiempo de cosecha (horas, días/árbol/ha):	
Producción por cosecha (kg, ton/árbol/ha):	
Frecuencia de cosecha (días, meses/año).	
Mano de obra (jornales/valor/árbol/ha):	
Tipo de transporte:	
Valor total de la cosecha (valor/kg, ton):	
4.9 De conservación del suelo.	
Especie(s):	
Altura:	
Estimación de suelo conservado (kg, ton/ha):	
Valor total del suelo conservado (valor/kg, ton/ha):	



BIBLIOGRAFÍA

AÑAZCO R., Mario. Introducción al manejo de los recursos naturales y a la agroforestería. Quito, Ecuador: CAMARÉN y Red Agroforestal Ecuatoriana, 2000. 119 p.

ÁRIZA C., César A. Caracterización del componente guayaba en la provincia del Gualiva y los municipios de Anolaima y Guayabal de Siquima. Bogotá, Colombia, 2003, 133 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía.

BENE, J. G.; BEALL, H. W.; CÔTÉ, A. Trees, food and people; land management in the tropics. Ottawa, Canada: IDRC, 1977. 52 p.

BUDOWSKI, Gerardo. Los sistemas agroforestales en Centro América. En: Heuvelod, J. y Lagemann, J. Actas del seminario realizado en el CATIE 23 feb.-3 marzo, 1981. CATIE. Costa Rica. 1981. 112 p.

CAJAS G., Y. S. and SINCLAIR, F. L. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. En: Agroforestry Systems. Vol 53, N° 2 (2001); p. 215-225.

CAÑADAS L, A. G. Las leguminosas en el estudio de los sistemas silvopastoriles en la región del Puyo, Ecuador. Quito, Ecuador, 1993, 94 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.

COMBE, J. Jaúl con pastos: prácticas silvopastoral en el nivel submontano de Costa Rica. En: AGROFORESTERÍA (1°: 1981: Costa Rica). Actas del seminario realizado en el CATIE. Costa Rica: CATIE, HEUVELDOP, J. y LEGEMANN, J., 1981. p. 71-75.

CERRUD, Rodrigo. Caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales del distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, Panamá. En: Agroforestería en las Américas. N° 41-42 (2004); p. 43-49.

CORPOICA. Silvopastoreo: alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Memorias de seminarios. Colombia: Corpoica, 1996. 294 p.

DeClerck, F.; Benjamin, T.; Casanoves, F. y Gutiérrez, I.; Sánchez, D.; Sepúlveda, C. e Ibrahim M. Editorial. Conservación de biodiversidad en paisajes agrícolas: un desafío para la producción ganadera. En: Agroforestería en las Américas. N° 48 (2011): p. 4-5.

DUBE, J. S. y NCUBE, S. The potencial of Matopos browse species in livestock production. En: AGROFORESTRY RESEARCH AND



DEVELOPMENT IN ZIMBABWE (1°: 1992: Zimbabwe). Proceedings of the national seminar held at the university of Zimbabwe. Zimbabwe: CASAWAC; DZIWELA, B. H. and SHUMBA, E. M., 1992. p. 39-46.

DUBOIS, J. L. C. Impacto de los sistemas agroforestales en el desarrollo integral de las comunidades rurales del trópico americano. En: Cardozo, R.S. (ed). Reunión Nacional de Silvicultores. Impacto de la Investigación Silvicultural Tropical en el Desarrollo Económico Forestal Colombiano. (Bogotá: 1987). Memorias. CONIF-FES. Serie de documentación N° 9. Bogotá. 1987. 318 p.

ESCOBAL G., Aníbal. Manual para la implementación y manejo de un sistema silvopastoril en el valle del Palcazú, Oxapampa: una experiencia de manejo silvopastoril con ganaderos asentados en zonas de amortiguamiento de las Áreas Naturales Protegidas. Lima, Perú: ProNaturaleza, 2007. 55 p.

ESPINEL, R.; ESQUIVEL, M. J. y GALINDO, V. A. Potreritos arborizados en la Serranía de Los Paraguas, Cordillera Occidental del Valle del Cauca, Colombia. Cali, Colombia: CIPAV-CVC. 2003. 24 p.

ESQUIVEL S., María J. y Zoraida CALLE D., Zoraida. Árboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión en la Cordillera Occidental Colombiana. En: Agroforestería en las Américas. Vol. 9, N° 33-34 (2002); p. 43-47.

FASSBENDER, H. W. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE-GTZ, 2° edición, 1993. 491 p.

FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación: la ganadería, a examen. Roma: FAO, 2009. 184 p.

FONT Q., P. DICCIONARIO DE BOTÁNICA. BARCELONA, ESPAÑA: LABOR, 1982. 1244 P.

GEILFUS, F. El árbol: al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural: principios y técnicas. Santo Domingo, R. D: ENDA-CARIBE-CATIE, 1989. v. 1, 657 p.

GONZÁLEZ, Manuel. Plantaciones forestales combinadas con producción lechera en la Finca La Esmeralda (San José de la Montaña, Costa Rica). En: MONTAGNINI, F. y otros. Sistemas agroforestales. San José, Costa Rica: OTS y CATIE, 2ª edición, 1992. p. 347-377.

GUEVARA, Sergio; LABORDE, Javier y SÁNCHEZ R., Graciela. Los árboles que la selva dejó atrás. En: Interciencia. Vol. 30, N° 10 (2005); p. 595-601.

HERNÁNDEZ B., J. E. y LEÓN, J. Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Roma: Colección FAO, 1992. 339 p.



HERNÁNDEZ, Karen Judith y otros. Cuantificación y calificación de pasturas degradadas incorporando conocimiento local de ganaderos de la Calzada, Mopán, Dolores, Petén, Guatemala. En: Agroforestería en las Américas. Vol. 9, N° 35-36 (2002); p. 62-68.

HERRERA W., Alexander. La recuperación de tecnologías indígenas: Arqueología, tecnología y desarrollo en los Andes. Bogotá, Colombia: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales-CLACSO-; Instituto de Estudios Peruanos; Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, Centro de Estudios Socioculturales e Internacionales; Uniandes, 2011. 204 p.

KRISHNAMURTHY, L. y ÁVILA, M. Agroforestería básica. México D. F, México: PNUD-FAO-RFA, 1999. 340 p. (Serie de textos básicos para la formación ambiental N° 3).

LAMPREY, H. F. Unesco's Integrated Project con Arid Land (IPAL): a silvopastoral approach. En: PLANT RESEARCH AND AGROFORESTRY (1°: 1981: Nairobi). Proceedings of a consultive meeting held in Nairobi. Nairobi, Kenia: ICRAF, PETER A. HUXLEY, 1983. p. 129-136.

LE HOUÉROU, H. N. Browse in Africa: the current state of knowledge. Ethiopia, Africa: ILCA, 1980. 492 p.

MAHECHA, Liliana. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. En: Revista Colombiana Ciencias Pecuarias. Vol. 16: 1, 2003; p. 11-18.

MEISEL R., Adolfo y PÉREZ V., Gerson Javier. Geografía física y poblamiento en la Costa Caribe colombiana. CEER-Banco de la República. En: Documentos de trabajo sobre economía regional. N° 73 (Junio de 2006); 79 p.

MEJÍA G, Mario. Agriculturas para la vida: movimientos alternativos frente a la agricultura química: un enfoque desde sistemas populares colombianos. Cali, Colombia: LED, ACD, CEPROID y Corporación para la Educación Especial “Mi Nuevo Mundo”, 1995. 252 p.

_____. Caribe colombiano: clima y uso de la tierra. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1988. 168 p.

MINAGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Memorias del Seminario Internacional sobre sistemas silvopastoriles: casos exitosos y su potencial en Colombia. Colombia: MinAgricultura, 1996. 152 p.



MONTAGNINI, Florencia y otros. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica: OET, OICD, DHR, 1986. 622 p.

MONTENEGRO, Johnny; ABARCA, Sergio. Los sistemas silvopastoriles y el calentamiento global: un balance de emisiones. En: Agronomía Costarricense. Vol. 26, N° 1 (enero-junio) (2002); p. 17-24.

NAIR, P. K. R. Icrat's agroforestry systems inventory project. En: _____. Agroforestry systems in the tropics. Netherlands: Kluwer Academy Publishers, 1989a. p. 21-37.

_____. Soil productivity under agroforestry. En: GHOLZ, H. L. Agroforestry: realities, possibilities and potential. Canada: Kluwer Academic Publishers, 1987. p. 21-30.

_____. The role of trees in soil productivity and protection. En: _____. Agroforestry systems in the tropics. Netherlands: Kluwer Academy Publishers, 1989b. p. 567-589.

OSPINA A., Alfredo. Aproximación a la definición de Agroforestería y al concepto de Agroforestería ecológica. [En línea]. 1° de junio de 2008. [Febrero de 2012]. Cali, Colombia. www.agroforesteriaecologica.com

OSPINA A., Alfredo. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali, Colombia: ACASOC, 2003. 209 p.

OSPINA, Sonia; RUSCH, Graciela; IBRAHIM, Muhammad; FINEGAN, Bryan; CASANOVES, Fernando. Composición de los pastizales seminaturales en el sistema silvopastoril de Muy Muy, Nicaragua. En: Agroforestería en las Américas. N° 47 (2009); p. 68-75.

PALACIOS P., C. y VALLEJOS V., P. Prospección de leguminosas nativas y su valor nutricional para sistemas de producción ganadera. Camagüey, Cuba, 2006, 93 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Técnica de Cotopaxi. Facultad de Ciencias Agronómicas. Carrera de Ciencias Agropecuarias, Ambientales y Veterinarias. Universidad de Camagüey. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

PARSONS, James J. Difusión de los pastos africanos en los trópicos americanos. En: MOLANO B., J. Las regiones tropicales americanas: visión geográfica de James J. Parsons. Santafé de Bogotá: Fondo FEN-Colombia, 1992a. p. 355-370.

_____. Europeización de las sabanas del norte de América del Sur. En: MOLANO B., J. Las regiones tropicales americanas: visión geográfica de



James J. Parsons. Santafé de Bogotá: Fondo FEN-Colombia, 1992b. p. 323-354.

PARSONS, James J. Procesos de transformación de los bosques tropicales del Nuevo Mundo desde la colonización europea. En: MOLANO B., J. Las regiones tropicales americanas: visión geográfica de James J. Parsons. Santafé de Bogotá: Fondo FEN-Colombia, 1992c. p. 285-301.

PATÍÑO R., Víctor Manuel. Historia de la cultura material en la América Equinoccial: trabajo y ergología. Bogotá, Colombia: Instituto Caro y Cuervo. Biblioteca Ezequiel Uricoechea, 1993a. Tomo VIII. Trabajo y ergología, 447 p.

_____. Factores inhibitorios de la producción agropecuaria. Cali, Colombia: Imprenta Departamental, 1972. Volumen I. Factores físicos y biológicos, 403 p.

_____. Historia de la actividad agropecuaria en América Equinoccial. Cali, Colombia: Imprenta Departamental, 1965. 601 p.

_____. Historia de la cultura material en la América Equinoccial: comercio. Bogotá, Colombia: Instituto Caro y Cuervo. Biblioteca Ezequiel Uricoechea, 1993b. Tomo VI. Comercio, 349 p.

_____. Historia de la vegetación natural y de sus componentes en la América Equinoccial. Cali, Colombia: Imprenta Departamental, 1975. 431 p.

_____. Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. Cali, Colombia: Imprenta Departamental, 1967. Tomo III. Fibras, medicinas, misceláneas, 589 p.

_____. Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. Cali, Colombia: Imprenta Departamental, 1970. Tomo V. Animales domésticos introducidos, 391 p.

PÉREZ, E.; RICHERS, B.; DECLERCK, F.; CASANOVES, F.; GOBBI, J. y BENJAMIN, T. Uso y manejo de la cobertura arbórea en sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Copán, Honduras. En: Agroforestería en las Américas. N° 48 (2011); p. 26-35.

PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad. Sistemas silvopastoriles: colección módulos de enseñanza agroforestal N° 2. 2ª ed. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1999. 275 p.

PEZO, Danilo y OSPINA, Sonia. Rol de los pastizales seminaturales en las fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua: percepciones de productores e investigadores. En: Agroforestería en las Américas. N° 47 (2009); p. 7-11.



PIRAGAUTA ACOSTA., JULIÁN ESTEBAN y SUÁREZ MOSQUERA, LUIS FERNANDO. Evaluación del establecimiento de dos arreglos silvipastoriles para la región Sabana Occidente (Cundinamarca). Bogotá, Colombia, 2005, 30 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía.

PITA R., M. Agroforestería en la Sierra. En: CURSO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL Y AGROFORESTERÍA EN EL ECUADOR. (1º: 2001: Quito, Ecuador). Memorias. Quito, Ecuador: Fundación Aliñambi. sp.

RAMALHO, Cícera I.; PEREIRA DE A., Albericio; FÉLIX, Leonardo P.; VIEIRA DE L., Alecksandra; y BORGES M., Patrício. Flora arbóreo-arbustiva en áreas de Caatinga no semiárido Baiano, Brasil. En: Caatinga (Mossoró, Brasil), Vol. 22, N° 3 (julio/setembro, 2009); p. 182-190.

RAMÍREZ, L. R.; CASANOVES, F.; HARVEY, C. A.; CHACÓN, M.; SOTO, G.; DECLERCK, F. Efecto de la diversidad arbórea y la distancia al bosque de los sistemas silvopastoriles sobre la conservación de aves residentes de Matiguás, Nicaragua. En: Agroforestería en las Américas. N° 48 (2011); p. 36-45.

RESTREPO SAENZ, Claudia y otros. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica. En: Agroforestería en las Américas. N° 41-42 (2004); p. 29-36.

RUIZ, Alfredo; IBRAHIM, Muhammad; LOCATELLI, Bruno; ANDRADE, Hernán J.; BEER, John. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica de fincas ganaderas en Matiguás, Nicaragua. En: Agroforestería en las Américas. N° 41-42 (2004); p. 16-21.

SALDARRIAGA G., J. F. y MONTES T., J. W. Agroforestería: una alternativa para proteger nuestros bosques naturales. Medellín, Colombia: CORNARE y MUNICIPIO SAN CARLOS, 2001. Ps.

SANGER, Clyde. Trees for people: an account of the forestry research program supported by the IDRC. Ottawa, Canada: IDRC, 1977. 52 p.

SCHEELJE, M.; IBRAHIM, M. DETLEFSEN, G.; POMAREDA, C.; SEPÚLVEDA, C. Beneficios financieros del aprovechamiento maderable sostenible en sistemas silvopastoriles de Esparza, Costa Rica. En: Agroforestería en las Américas. N° 48 (2011); p. 137-145.

SOMARRIBA, Eduardo. Populations dynamics of guava (*Psidium guajava* L.) in pastures. En: ADVANCES IN AGROFORESTRY RESEARCH (1º: 1985: Costa Rica). Proceedings of a seminar held in Catie. Costa Rica: CATIE-GTZ, BEER, I. W.; FASSBENDER, H. W. y HEUVELDOP, J., 1987. p. 232-243.



TOLEDO, José M. Ganadería bajo pastoreo: posibilidades y parámetros de sostenibilidad. En: GANADERÍA Y RECURSOS NATURALES EN AMÉRICA CENTRAL: ESTRATEGIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD. Memorias de un simposio/taller realizado en San José, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: CATIE, HOMAN, E. J., 1994. p. 141-162.

TORREJÓN, Fernando y CISTERNAS, Marco. Impacto ambiental temprano en la Araucanía deducido de crónicas españolas y estudios historiográficos. En: Bosque. Vol. 24, N° 3 (2003); p. 45-55.

VALDERRAMA R., M. Silvo pastoreo con ganado criollo Hartón del Valle en áreas de regeneración natural del pie de monte seco de la Cordillera Occidental del Valle del Cauca. En: SISTEMAS PECUARIOS SOSTENIBLES PARA LAS MONTAÑAS TROPICALES (4°: 1995: Cali). Seminario Internacional Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali: CIPAV-CENDI, 1995. 438 p.

VAN AUSDAL, Shawn. Potreros, ganancias y poder: una historia ambiental de la ganadería en Colombia, 1850-1950. En: Historia Crítica. Noviembre de 2009; p. 126-149.

VILLACÍS, Jaime; HARVEY, Celia A.; IBRAHIM, Muhammad; VILLANUEVA, Cristóbal. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. En: Agroforestería en las Américas. N° 39-40 (2003); p. 17-23.

VILLANUEVA, Cristóbal; IBRAHIM, Muhammad; HARVEY, Celia; ESQUIVEL, Humberto. Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. En: Agroforestería en las Américas. Vol. 10, N° 39-40 (2003); p. 9-16.

VILLANUEVA, Cristóbal e IBRAHIM, Muhammad. Evaluación del impacto de sistemas silvopastoriles sobre la recuperación de pasturas degradadas y su contribución en el secuestro de carbono en lecherías de altura en Costa Rica. En: Vol. 9, N° 35-36 (2002); p. 69-74.

ZAMORA M., R. V. Establecimiento de un sistema silvopastoril para mejoramiento y recuperación de suelo cangahuoso en el sector de Molobog. Riobamba, Ecuador, 1999, 76 p. Memoria. (Tecnólogo Agroforestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Tecnología Agroforestal.

YOUNG, A. Agroforestry for soil conservation: science and practice. Nairobi, Kenya: CAB-INTERNATIONAL and ICRAF, 1989. 276 p.