Especies con potencial para sistemas agroforestales en el Departamento del Magdalena, Colombia

Sonia E. Aguirre-Forero, Nelson V. Piraneque-Gambasica* y Cristian F. Abaunza-Suárez
Universidad del Magdalena, Santa Marta - Colombia (correo-e: saguirre@unimagdalena.edu.co;
npiraneque@unimagdalena.edu.co; cristianabaunzafs@unimagdalena.edu.co)

*Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia

Recibido Feb. 3, 2021; Aceptado Abr. 1, 2021; Versión final May. 13, 2021, Publicado Ago. 2021

Resumen

El objetivo principal de esta investigación fue identificar especies con potencial para incorporarse a sistemas agroforestales en 63 unidades productivas de ocho municipios del departamento del Magdalena (Colombia). Mediante recorridos en campo y el apoyo de los productores, se realizó el reconocimiento de la composición de especies vegetales presentes en los sistemas productivos, seguido de su identificación empleando claves taxonómicas y así, obtener el inventario de las mismas, el hábito de crecimiento y los usos más comunes. Los resultados reportaron 122 especies, de las cuales el 66 % son árboles, el 28 % hierbas terrestres y el 6 % arbustos. El 81 % de las especies sirven para sombra, cercas vivas, forrajes, medicinales, ornamentales y protectoras de fuentes de agua, mientras que 35 % son maderables y 29 % forrajeras. Se concluye que las especies seleccionadas presentan características deseables para sistemas agroforestales en el trópico seco.

Palabras clave: sector agropecuario; sistemas agroforestales; árboles; arbustos; especies

Species with agroforestry-systems potential in the Magdalena state, Colombia

Abstract

The primary objective of this research study was to identify plant species with the potential to be incorporated into agroforestry systems. The present study was conducted in 63 productive units located in eight municipalities in the Magdalena state (Colombia). The plant species composition present in the agricultural systems was characterized in field trips supported by local farmers. Plant taxonomic keys were used to identify and create an inventory that included information on growth, habits, and most common uses. One hundred and twenty-two species were identified: 66% were trees, 28% were terrestrial herbs, and 6% were shrubs. Eighty-one percent of the species were used as shade, living fences, forage, medicine, ornaments, and for preservation of water sources, while 35% were timber and 29% were forage. It was concluded that the species selected have desirable traits for agroforestry systems in the dry tropics.

Keywords: agricultural sector; agroforestry systems; trees; shrubs; species

INTRODUCCIÓN

La ganadería, es uno de los factores de cambio climático toda vez que está relacionada con deforestación, deterioro de los recursos suelo, agua y biodiversidad y, por tanto, de la reducción en los servicios ecosistémicos (Mancera et al., 2018). Debido a esto, en el mundo se pierden más de 129 millones de hectáreas forestales que, unido al crecimiento poblacional y la necesidad de mayor producción de alimentos, se agudiza por el inadecuado manejo de los ecosistemas para la explotación ganadera y de monocultivos, con prácticas irracionales que producen deterioro ambiental y disminuyen la producción agropecuaria (Revueltas et al., 2020), comprometiendo la seguridad alimentaria y el bienestar de generaciones venideras (Buitrago-Guillen et al., 2018).

En Colombia existen más de 34 millones de ha dedicadas a la actividad ganadera (85% en ganadería extensiva) y de éstas, 21 millones de hectáreas tienen potencialidad para usos agroforestales esto es, el 19,3 % del territorio nacional (Mazo et al., 2016). Infortunadamente, la tala y quemas, generan fragmentación y pérdida de numerosas especies nativas, con aumento progresivo de gases efecto invernadero – GEI tales como CO₂, NO₂ y metano (Buitrago-Guillen et al., 2018) y se promueve el cambio de uso de suelo y la degradación de la biodiversidad (Díaz-Céspedes et al., 2020).

En la región caribe colombiana, la actividad pecuaria es ineficiente, traducido en baja rentabilidad del negocio y el impacto de la actividad, por lo que es necesario cambiar hábitos y mejorar la tecnología de producción pecuaria (Mazo et al., 2016). Para esto, se debe identificar especies perennes productoras de biomasa que diversifiquen e imiten la eficiencia del bosque natural y ofrezcan aporte nutricional a los animales, además de sombrío y ciclaje de materia orgánica que contribuya a mantener suelos cubiertos con especies fijadoras de nitrógeno y carbono (poáceas y otras familias), protectoras de cuencas hidrográficas, generadoras de alimento y hábitat de diversas especies, como son algunos árboles y arbustos con múltiples usos que se adaptan y viven en la zona (Mancera et al., 2018). Los forrajes mejorados como las poáceas, contribuyen al aumento de rendimientos del sector, no obstante, su manejo como pasto es dispendioso y de alto costo (Cardona et al., 2012) y las condiciones climáticas extremas de calor del trópico seco, las afecta significativamente.

Las características edafo-climáticas y las prácticas de manejo de las actividades agropecuarias en el departamento del Magdalena, aumentan el grado de vulnerabilidad del territorio al fenómeno de cambio climático, con consecuencias como la escasez de forrajes (Revueltas et al., 2020). El déficit de lluvias, alta temperatura y la sequía, reducen la producción y provoca muerte de ganado. Ante esta situación, es necesario implementar sistemas mixtos integrados de árboles, arbustos forrajeros o multipropósito para corte y fomentar ciclaje de biomasa en praderas con sombrío, como alternativas viables y sostenibles (Mancera et al., 2018; Mazo et al., 2016). De acuerdo con lo mencionado, los sistemas agroforestales, son una alternativa de producción ganadera en la costa Caribe colombiana (Revueltas et al., 2020) al restablecer la cobertura vegetal y generar crecimiento espontáneo de herbáceas, árboles y arbustos adaptados a estos ecosistemas (Londoño y Torres, 2015).

Los sistemas agroforestales, permiten aprovechar las ventajas de varios estratos de la vegetación (sistemas donde existe combinación de especies arbóreas y arbustivas o herbáceas) y aumenta la biodiversidad (Buitrago-Guillen et al., 2018), siendo el silvopastoreo, una modalidad de producción pecuaria donde plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con componentes tradicionales (forrajeras, herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, que considera la composición de diferentes sistemas de producción de ganado bovino (Mancera et al., 2018), siendo alternativa para mejorar la producción pecuaria y prevenir procesos de degradación de suelos (Mazo et al., 2016) y, ante la escasa investigación en el área, es necesario identificar de especies para incorporarlas a los sistemas ganaderos del trópico seco del departamento del Magdalena, que optimicen la ganadería en las condiciones agroclimáticas del área de estudio y favorezcan la revegetalización del territorio, como uno de los retos del desarrollo sostenible del sector (Revueltas et al., 2020).

Bajo esta perspectiva, este estudio se planteó con el objetivo de identificar, caracterizar y analizar los posibles usos de arbustos y árboles adaptados a las condiciones edáficas y climáticas del departamento del Magdalena. Información que es fundamental para priorizar modelos agroforestales, como alternativas de mitigación a fenómenos climáticos cambiantes, bajo un concepto de producción agropecuaria más sostenible.

METODOLOGÍA

La metodología se describe en tres sub-secciones para mejor presentación de las distintas etapas: i) la localización de la investigación; ii) el enfoque metodológico; y iii) el análisis estadístico realizado.

Área de estudio

El estudio se desarrolló en 63 unidades productivas (UP) pertenecientes a cuatro zonas (Norte, Río, Centro y Sur) y ocho municipios: Zona Bananera, Chivolo, Sabanas de San Ángel, Santa Bárbara de Pinto, Plato, Nueva Granada, Guamal y Sitio Nuevo (Figura 1) del Departamento del Magdalena, localizado al norte del Colombia (08° 54' 59" y 11° 20' 58" de latitud Norte, y 73° 32' 32" y 74° 56' 51" de longitud Oeste), área que presenta diversos ecosistemas que van desde bosque seco tropical (bs-T), hasta bosque húmedo tropical (bh-T) (Revueltas et al., 2020).

La parte plana del departamento presenta lluvias entre 1000 y 1500 mm. Al extremo sur, en el sector del municipio de El Banco, y en las estribaciones de la Sierra Nevada, las lluvias se incrementan hasta valores superiores de 2000 mm. El régimen de lluvias del departamento presenta dos temporadas, la primera en abril y mayo, la segunda en septiembre y noviembre, una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de junio y agosto y, por último, una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo. Se registran temperaturas superiores a los 28 °C en el sur del departamento, mientras que al centro y norte los valores oscilan entre 26 y 28 °C. Sobre la Sierra Nevada, la temperatura se reduce en función de la altura, descendiendo hasta menos de 8 °C, en las partes más altas (Aguirre et al., 2019; Velándia et al., 2009).

Fig. 1: Municipios de las zonas Norte, Río, Centro y Sur donde se localizó el área de estudio.

Enfoque metodológico

Mixto, investigación básica y descriptiva. La primera etapa de la investigación se realizó en campo. Mediante observación directa y apoyo de los productores de la zona, se efectuó el reconocimiento de la composición de especies vegetales presentes en los sistemas productivos de 63 UP de ocho municipios y cuatro zonas del departamento definidas por las características edafo-climáticas establecidas por Velándia et al. (2009) (Tabla 1). En la Tabla, A es la altura sobre el nivel del mar, P es la precipitación media anual, ETP es la evapotranspiración potencial media anual, y T es la (temperatura media anual

Muestreos

El inventario vegetal se realizó a partir de 189 muestreos (seis por UP), siguiendo rutas en zigzag en cada finca. Cada UP fue visitada dos veces durante el año 2020 para colección de datos. En cada una, se recolectaron hojas, semillas y flores, se realizó registro fotográfico para posterior clasificación de las especies junto con información básica como localización, nombre común y los diferentes usos derivados del conocimiento local. Para cada especie se consideró una distancia de 50 m entre individuos a fin de evitar altos valores de parentesco de acuerdo a lo descrito por Bocanegra-González et al. (2019).

Tabla 1: Descripción edafo-climática de las zonas en estudio. (Adaptada de Velándia et al., 2009).

Zona	Municipio (s)	Clima	Suelos
Norte	Zona Bananera	Cálido seco, A 20 m, P 1121 mm, ETP 1893 mm, T 27.6 °C	Profundos, bien drenados, texturas medias a moderadamente gruesas, moderadamente ácidos a fuertemente alcalinos, alta saturación de bases, fertilidad natural alta a moderada
Río	Sitio Nuevo	Cálido seco, A 5 m, P 865 mm, ETP 1741.2 mm, T 27 °C	Superficiales y profundos, bien drenados, texturas medias a finas, fuertemente ácidos a ligeramente alcalinos, alta saturación de bases, fertilidad natural baja a alta.
Centro	Plato Nueva Granada Chivolo Sabanas de San Ángel	Cálido seco, A 20 m, P 910 mm, ETP 1739 mm, T 27 °C. Cálido, A 30 m, P 1400 mm, ETP 1570 mm, T 26.2 °C Cálido seco, A 120 m, P 808 mm, ETP 1621 mm, T 26.4 °C Cálido, A 25 m, P 1216 mm, ETP 1739 mm, T 27°C	Profundos, bien drenados, texturas medias a finas, fuertemente ácidos a alcalinos, alta saturación de bases, fertilidad natural alta a moderada
Sur	Guamal Santa Bárbara de Pinto	Cálido húmedo, A 25 m, P 1890 mm, ETP 1757 mm, T 27.1 °C Cálido seco, A 22 m, P 1400 mm, ETP 1650 mm, T 28.5°C	Muy superficiales a profundos, bien drenados, texturas finas a medias, fuertemente ácidos a alcalinos, alta saturación de bases, fertilidad natural baja a alta

De acuerdo con las características notables de los elementos vegetales se definió la cobertura de árboles y cobertura de pastizales. La cobertura arbórea estuvo compuesta por plantas con elementos leñosos ≥ 4 m de altura, áreas de vegetación herbácea combinada con arbustos, distribuidos de manera relativamente homogénea y la cobertura de pastizales, plantas de contextura herbácea con elementos no leñosos, como pastos y hierbas (Londoño y Torres, 2015). Las muestras recolectadas fueron procesadas de conformidad con los estándares para la preparación de plantas desecadas.

Inventario de especies

La segunda etapa, fue descriptiva. Con la información básica, se identificó las especies mediante comparación con claves taxonómicas, la colección del herbario UTM de la Universidad del Magdalena, bibliografía especializada y la consulta con expertos en el tema, siguiendo el sistema APG IV (Angiosperm Phylogeny Group). Los nombres de las familias y las especies se verificaron consultando The plant list (<http://www.theplantlist.org/>) y Tropicos (<https://www.tropicos.org/home>). Con la información anterior, se realizó el inventario de las especies del área de estudio, el hábito de crecimiento y los usos más comunes. Para esto, se tomó como referencia la metodología descrita por Londoño y Torres (2015) para clasificar las especies en arbustivas, arbóreas y hierbas terrestres, siguiendo su forma y tipo de crecimiento, se georreferenció la UP en la que fueron halladas y se procedió a caracterizarlas con su nombre común, científico, uso y aporte nutricional, priorizando aquellas que tienen potencial para ser incorporadas en sistemas agroforestales en el trópico seco colombiano. Para el estudio, se empleó el programa Excel producto de suscripción Microsoft office 365 Pro plus versión 1908 usando tablas dinámicas y gráficos. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y los gráficos elaborados con RAWGraphs (<https://app.rawgraphs.io/>).

Análisis estadístico de la información

Las diferencias en la riqueza de especies entre las UP muestreadas se determinaron mediante análisis de varianza unidireccional (ANOVA), probando primero los supuestos de aleatoriedad (prueba de Durbin Watson) y la normalidad de los residuos de ANOVA (prueba de Shapiro-Wilks) así como la homogeneidad de varianzas (prueba de Bartlett). Se evaluó la similitud de la composición florística entre las zonas según la presencia y ausencia de las especies, para lo que se realizó un análisis de conglomerados utilizando el coeficiente de Jaccard con el método de grupos de pares no ponderados con media aritmética (UPGMA) por presentar el mejor ajuste definido por su distancia cofonética. Estos análisis estadísticos se realizaron con el programa Rcmdr del software R 3.6.1 disponible en <https://www.r-project.org/>

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos por cada zona a partir del inventario de especies realizado en las unidades productivas.

Riqueza y composición de especies

De las 63 unidades productivas priorizadas en el proyecto Cambio Climático, se obtuvo el registro de 122 especies entre árboles, arbustos y hierbas terrestres que pertenecen a 18 familias diferentes (Tabla 2 y Figura 2).

Tabla 2: Inventario de especies recolectadas por unidad productiva (UP) municipio y zona - departamento del Magdalena.

<i>U. P</i>	<i>Pasturas (Nombre científico)</i>	<i>Especies arbóreas (Nombre científico)</i>
<i>Zona sur</i>		
<i>Municipio: Guamal</i>		
Altos de San José	<i>Panicum maximum</i> , <i>Bothriochloa pertusa</i> , <i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>	<i>Tectona grandis</i> , <i>Swietenia Macrophylla</i> , <i>Moringa Oleífera</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Gliricidia sepium</i>
Villa Tesca	<i>Panicum máximo</i>	<i>Albizia saman</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Citrus sinensis</i>
Plata Perdida-La Admiración	<i>Dichantium aristatum</i> , <i>Bothriochloa pertusa</i> , <i>Cynodon nlemfuensis</i> , <i>Panicum máximo</i> <i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Albizia saman</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Tabebuia rosea</i> , <i>Tectona grandis</i> , <i>Citrus sinensis</i>
Perseverancia 2	<i>Bothriochloa pertusa</i> , <i>Panicum máximo</i>	<i>Gliricidia sepium</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Cordia alba</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Albizia saman</i> , <i>Citrus sinensis</i>
El Porvenir	<i>Panicum maximum</i> , <i>Bothriochloa pertusa</i>	<i>Albizia saman</i> , <i>Caesalpinia coriaria</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Azadirachta indica</i> , <i>Citrus sinensis</i>
Muzangal	<i>Panicum maximum</i> , <i>Bothriochloa pertusa</i>	<i>Tabebuia rosea</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Caesalpinia coriaria</i> , <i>Citrus sinensis</i>
San Antonio	<i>Digitaria decumbens</i> , <i>Cynodon nlemfuensis</i>	<i>Prosopis juliflora</i> , <i>Azadirachta indica</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Albizia saman</i>
San Jorge	<i>Panicum maximum</i> , <i>Brachiaria brizantha</i>	<i>Albizia saman</i> , <i>Tabebuia rosea</i> , <i>Mangifera indica</i>
<i>Municipio: Santa Barbara de Pinto</i>		
La Florida	<i>Bothriochloa pertusa</i> , <i>Panicum maximum</i>	<i>Crescentia cujete</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Gliricidia sepium</i> ,
Centenario	<i>Bothriochloa pertusa</i> , <i>Panicum maximum</i>	<i>Crescentia cujete</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Caesalpinia coriaria</i> , <i>Pereskia guamacho</i>
San Mateo	<i>Bothriochloa pertusa</i>	<i>Crescentia cujete</i> , <i>Caesalpinia coriaria</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Albizia saman</i>
La Ilusión	<i>Echinochloa polystachya</i> , <i>Brachiaria brizantha</i> , <i>Cynodon nlemfuensis</i>	<i>Albizia saman</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Tabebuia rosea</i>
La Divisa	<i>Bothriochloa pertusa</i>	<i>Crescentia cujete</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i>
Santa Rosa	<i>Bothriochloa pertusa</i>	<i>Spondias mombin</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Platymiscium pinnatum</i> , <i>Caesalpinia coriaria</i> , <i>Acacia macracantha</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i>
El Porvenir	<i>Bothriochloa pertusa</i> , <i>Panicum maximum</i>	<i>Crescentia cujete</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Prosopis juliflora</i>
El Tesoro	<i>Bothriochloa pertusa</i>	<i>Platymiscium pinnatum</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Caesalpinia coriaria</i> , <i>Albizia saman</i>

Tabla 2: continuación.

<i>U. P</i>	<i>Pasturas (Nombre científico)</i>	<i>Especies arbóreas (Nombre científico)</i>
<i>Zona Centro</i>		
<i>Municipio: Plato</i>		
Yoliseth	Panicum maximum Bothriochloa pertusa, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Echinochloa polystachya, Pennisetum purpureum, Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides,	Enterolobium cyclocarpum, Albizia saman, Prosopis juliflora, Acacia macracantha, Crescentia cujete, Platymiscium pinnatum, Bulnesia arborea
Las Tres Marías	Panicum maximum, Bothriochloa pertusa, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica	Albizia saman, Platymiscium pinnatum, Azadirachta indica, Prosopis juliflora, Crescentia cujete, Gliricidia sepium,
El Olimpo	Bothriochloa pertusa, Panicum maximum Digitaria decumbens, Cynodon nlemfuensis, Echinochloa polystachya,	Guazuma ulmifolia, Crescentia cujete, Gliricidia sepium, Prosopis juliflora, Acacia macracantha, Hymenaea courbaril, Platymiscium pinnatum,
Aguas Claras	Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Bothriochloa pertusa, Echinochloa polystachya, Cynodon nlemfuensis, Dichantium aristatum, Brachiaria mutica	Albizia saman, Albizia niopoides, Platymiscium pinnatum, Hymenaea courbaril, Enterolobium cyclocarpum, Ceiba pentandra, Crescentia cujete, Moringa oleifera, Azadirachta indica, Acacia macracantha, Prosopis juliflora
La Patagonia	Bothriochloa pertusa	Prosopis juliflora, Acacia macracantha, Platymiscium pinnatum, Albizia saman, Cordia alba, Crescentia cujete, Guazuma ulmifolia, Spondias mombin
Nueva Esperanza	Panicum maximum, Bothriochloa pertusa	Crescentia cujete, Bulnesia arborea, Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium, Pereskia guamacho, Azadirachta indica, Spondias mombin
Los Deseos	Bothriochloa pertusa, Dichantium aristatum, Cynodon nlemfuensis	Crescentia cujete, Spondias mombin, Albizia saman, Acacia macracantha, Prosopis juliflora, Gliricidia sepium, Bulnesia arborea, Platymiscium pinnatum, Azadirachta indica
La Bendición	Panicum máximo, Echinochloa polystachya	Azadirachta indica, Mangifera indica, Platymiscium pinnatum, Crescentia cujete, Manilkara zapota
<i>Municipio: Nueva Granada</i>		
La Mina	Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Bothriochloa pertusa, Panicum maximum	Crescentia cujete, Prosopis juliflora, Guazuma ulmifolia, Enterolobium cyclocarpum
Sinai 1	Bothriochloa pertusa, Megathyrsus maximus, Cynodon nlemfuensis	Albizia saman, Bulnesia arborea, Prosopis juliflora, Spondias mombin, Hymenaea courbaril, Platymiscium pinnatum, Crescentia cujete
Villa Edi	Bothriochloa pertusa, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Megathyrsus maximus, Panicum maximum, Pennisetum purpureum	Platymiscium pinnatum , Prosopis juliflora, Acacia macracantha, Crescentia cujete, Enterolobium cyclocarpum, Handroanthus billbergii
Voy a Ver	Bothriochloa pertusa, Megathyrsus maximus.	Albizia saman, Gliricidia sepium, Platymiscium pinnatum, Handroanthus billbergii, Roseodendron chryseum
La Carpa	Bothriochloa pertusa, Panicum máximo, Pennisetum purpureum	Crescentia cujete, Azadirachta indica, Prosopis juliflora, Platymiscium pinnatum, Albizia saman, Guazuma ulmifolia, Bulnesia arborea, Gliricidia sepium, Spondias mombin, Enterolobium cyclocarpum .

Tabla 2: continuación.

<i>U. P</i>	<i>Pasturas (Nombre científico)</i>	<i>Especies arbóreas (Nombre científico)</i>
Guayaquil	Bothriochloa pertusa, Panicum maximum, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Echinochloa polystachya	Enterolobium cyclocarpum, Spondias mombin, Bulnesia arborea, Caesalpinia coriaria, Aspidosperma polyneuron, Crescentia cujete, Guazuma ulmifolia, Albizia saman, Azadirachta indica
Nazaret	Bothriochloa pertusa, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Panicum maximum	Crescentia cujete, Guazuma ulmifolia, Handroanthus billbergii, Acacia macracantha, Sterculia apetala, Bulnesia arborea
El Rosario	Bothriochloa pertusa, Megathyrsus maximus, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Panicum maximum, Pennisetum purpureum	Acacia macracantha, Prosopis juliflora, Azadirachta indica, Platymiscium pinnatum, Tabebuia rosea, Handroanthus billbergii, Crescentia cujete, Bulnesia arborea, Moringa oleífera, Guazuma ulmifolia
<i>Municipio: Chibolo</i>		
San Juan de Tadeo	Bothriochloa pertusa	Prosopis juliflora, Acacia macracantha, Albizia saman, Gliricidia sepium, Crescentia cujete
Santa Inés del Monte	Bothriochloa pertusa, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica	Albizia saman, Malpighia glabra, Prosopis juliflora, Cordia alba, Gliricidia sepium, Azadirachta indica, Quadrella odoratissima
San Diego	Bothriochloa pertusa, Panicum maximum	Albizia saman, Tabebuia rosea, Azadirachta indica, Prosopis juliflora, Hevea brasiliensis, Crescentia cujete, Enterolobium cyclocarpum, Hymenaea courbaril
Vallan Viendo	Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica	Azadirachta indica, Crescentia cujete, Gliricidia sepium
California	Bothriochloa pertusa, Panicum maximum	Albizia saman, Enterolobium cyclocarpum, Azadirachta indica, Gliricidia sepium, Miroxylon balsamun,
Panorama	Bothriochloa pertusa, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Brachiaria mutica, Cynodon nlemfuensis	Albizia saman, Prosopis juliflora, Tabebuia rosea, Quadrella odoratissima, Bulnesia arborea, Platymiscium pinnatum, Acacia macracantha, Gliricidia sepium.
El Diamante	Bothriochloa pertusa, Dichantium aristatum benth, Brachiaria arrecta x Brachiaria mutica, Panicum maximum Cynodon nlemfuensis	Prosopis juliflora, Enterolobium cyclocarpum, Sterculia apetala, Lecythis minor, Handroanthus billbergii, Spondias mombin
Las Colinas	Bothriochloa pertusa, Panicum maximum, Brachiaria mutica	Crescentia cujete, Albizia saman, Enterolobium cyclocarpum, Azadirachta indica, Prosopis juliflora, Spondias mombin, Guazuma ulmifolia
<i>Municipio: Sabanas de San Ángel</i>		
Tallahassee	Megathyrsus maximus, Bothriochloa pertusa	Albizia saman, Crescentia cujete, Guazuma ulmifolia, Prosopis juliflora, Hymenaea courbaril, Spondias mombin
Los Rosales	Panicum maximum Bothriochloa pertusa, Pennicetum purpureum	Crescentia cujete, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Albizia saman, Moringa oleífera, Spondias mombin
Santa Catalina	Panicum maximum, Cynodon nlemfuensis, Bothriochloa pertusa	Albizia saman, Enterolobium cyclocarpum, Sterculia apetala, Acacia melanoxylon, Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium, Crescentia cujete
Lloraito	Megathyrsus maximus, Bothriochloa pertusa, Panicum maximum, Andropogon gayanus	Tabebuia rosea, Platymiscium pinnatum, Bulnesia arborea, Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium, Spondias mombin, Prosopis juliflora, Albizia saman, Crescentia cujete .
Corral Nuevo	Panicum maximum, Bothriochloa pertusa	Prosopis juliflora, Handroanthus billbergii, Crescentia cujete
Risaralda	Megathyrsus maximus, Bothriochloa pertusa	Bulnesia arborea, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Crescentia cujete, Spondias mombin
San Cayetano	Panicum máximo	Bulnesia arborea, Albizia saman, Prosopis juliflora, Guazuma ulmifolia, Crescentia cujete
Los Recuerdos	Bothriochloa pertusa, Panicum maximum	

Tabla 2: continuación.

Zona Río		
Municipio: Sitio Nuevo		
La Sonrisa	Cynodon nlemfuensis, Panicum maximum, Echinochloa polystachya,	Quadrella odoratissima, Prosopis juliflora
SamPayo	Cynodon nlemfuensis	Albizia saman, Prosopis juliflora, Guazuma ulmifolia, Quadrella odoratissima, Acacia macracantha
Villa Paola	Echinochloa polystachya, Brachiaria Arrecta x Brachiaria mutica, Cynodon nlemfuensis, Bothriochloa pertusa	Tabebuia rosea, Albizia saman, Gliricidia sepium, Prosopis juliflora, Guazuma ulmifolia, Acacia macracantha, Platymiscium pinnatum
Monterrey	Echinochloa polystachya, Cynodon nlemfuensis, Brachiaria mutica, Panicum maximum	Albizia saman, Cordia alba, Azadirachta indica, Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium, Tabebuia rosea, Spondias mombin, Prosopis juliflora, Mangifera indica
San Miguel	Panicum maximum, Brachiaria mutica	Albizia saman, Gliricidia sepium, Tabebuia rosea, Mangifera indica, Cordia alba, Guazuma ulmifolia, Quadrella odoratissima.
San Rafael	Brachiaria mutica, Cynodon nlemfuensis	Albizia saman, Tabebuia rosea, Guazuma ulmifolia, Spondias mombin, Prosopis juliflora, Cordia alba, Azadirachta indica, Crescentia cujete
La conquista	Dichantium aristatum	Quadrella odoratissima, Prosopis juliflora, Cordia alba, Guazuma ulmifolia, Azadirachta indica
Zona Norte		
Municipio: Zona Bananera		
Padelma		Musa paradisiaca
Pa los dos	Bothriochloa pertusa	Mangifera indica, Crescentia cujete, Albizia saman, Sterculia apetala, Chloroleucon mangense
Mi Esfuerzo	Bothriochloa pertusa	Mangifera indica, Crescentia cujete, Albizia saman, Sterculia apetala, Chloroleucon mangense
Las Delicias		Musa paradisiaca
Chile Gaira	Saccharum officinarum	Mangifera indica
La Cecilia		Musa paradisiaca
Tierra Nueva	Pennisetum purpureum	Albizia saman

Se encontraron diferencias ($p < 0,05$) en la riqueza de especies entre las zonas evaluadas, siendo Centro, la zona con mayor número de especies, seguido de la zona Sur, mientras que las zonas Norte y Río mostraron los menores valores en la variable (Figura 2). Las familias con mayor riqueza de especies fueron Poaceae (20), Fabaceae (13), Bignoniaceae (4), Meliaceae (3) seguidas por Anacardiaceae y Malvaceae con 2 especies cada una, las demás familias presentes suman 13 especies. Una vez se realiza el inventario de especies se inicia la clasificación según lo descrito por Londoño y Torres (2015) (Tablas 3 y 4) y se incorpora el uso a partir de los datos reportados por los productores en la zona y la información secundaria.

Fig. 2: Número de especies encontradas en cada uno de los municipios muestreados.

Tabla 3: Clasificación y uso de las especies de árboles y arbustos encontrados en 63 UP del departamento del Magdalena.

Especie (Nombre científico)	Nombre Común	Familia	Usos	Clasificación
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	Fabaceae	Cerca viva/Forraje/ Mielífera	Árbol
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Anacardiaceae	Comestible	Árbol
<i>Manilkara zapota</i>	Níspero	Sapotaceae	Comestible	Árbol
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Myrtaceae	Comestible	Árbol
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Malvaceae	Maderable	Árbol
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Rutaceae	Comestible	Árbol
<i>Caesalpinia coriaria</i>	dividive	Fabaceae	Maderable	Árbol
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia	Fabaceae	Construcción/Cerca viva	Árbol
<i>Azadirachta indica</i>	Neem	Meliaceae	construcción/Ornamental	Árbol
<i>Spondias mombin</i>	Hobo	Anacardiaceae	Maderable	Árbol
<i>Cordia alba</i>	Uvito	Boraginaceae	Maderable	Árbol
<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	Bignoniaceae	Forraje/Fruto para ganado	Árbol
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Meliaceae	Maderable / Medicinal	Árbol
<i>Ceiba pentandra</i>	Bonga	Bombacaceae	Maderable/Forraje	Árbol
<i>Prosopis juliflora</i>	Trupillo	Fabaceae	Maderable/forraje	Árbol
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejero	Fabaceae	Maderable/Fruto para ganado	Árbol
<i>Miroxylon balsamun</i>	Bálsamo	Fabaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Sterculia apetala</i>	Camajon	Malvaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Roseodendron chryseum</i>	Puy	Bignoniaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Hevea Brasiliensis</i>	Caucho	Euphorbiaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Albizia niopoides</i>	Guacamayo	Fabaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Handroanthus billbergii</i>	Lumbre	Bignoniaceae	Maderable	Árbol
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble	Bignoniaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Trebol	Fabaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	Fabaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Albizia saman</i>	Campano	Fabaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Bulnesia arborea</i>	Guayacán	Zygophyllaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Tectona grandis</i>	Teca	Verbenaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	Meliaceae	Maderable/Ornamental	Árbol
<i>Moringa oleífera</i>	Moringa	Moringaceae	Medicinal	Árbol
<i>Pereskia guamacho</i>	Guamacho	Cactaceae	Ornamental	Árbol
<i>Malpighia glabra</i>	Cerezo	Malpighiaceae	Comestible/Ornamental	Arbusto
<i>Acacia macracantha</i>	Aromo	Fabaceae	Maderable/Forraje	Arbusto
<i>Quadrella odoratissima</i>	Olivo	Capparaceae	Ornamental	Arbusto

Tabla 4: Clasificación y uso de las especies de hierbas encontradas en 63 UP del departamento del Magdalena.

Especie (Nombre científico)	Nombre Común	Familia	Usos	Clasificación
<i>Brachiaria mutica</i>	Admirable	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Echinochloa polystachya</i>	Pasto alemán	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Dichanthium aristatum</i>	Angleton	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Brachiaria sp</i>	<i>Brachiaria</i>	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>B. arrecta x B. mutica</i>	Brachipara	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Bothriochloa pertusa</i>	Colosuana	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto estrella	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Panicum máximum</i>	Guinea mombasa	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Pennisetum purpureum y P. typhoides</i>	King grass	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Pennisetum purpureum</i>	Pasto elefante	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Digitaria decumbens</i>	Pasto pangola	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Megathyrsus maximus</i>	Guinea tanzania	Poaceae	Forraje	Hierba
<i>Brachiaria brizantha</i>	Pasto toledo	Poaceae	Forraje	Hierba

El 66 % de las especies presentes en las unidades productivas seleccionadas fueron clasificadas según su forma de crecimiento como árboles, es decir, individuos con crecimiento secundario y acumulación de tejido leñoso que forman un tallo o fuste definido y que alcanzan la madurez a una altura mayor o igual a 4 m (Londoño y Torres, 2015). El 28 % de las especies fueron clasificadas como hierbas terrestres debido a que son plantas sin crecimiento secundario, o poco aparente, en general con porte pequeño que crecen sobre el suelo, además no se clasifican como trepadoras, hemiepífitas o epífitas. El 6 % de las especies encontradas fueron plantas leñosas sin tronco claramente definido, muy ramificadas desde la base del tallo que alcanzan la madurez a una altura menor que 4 m, por lo que fueron clasificadas como arbustos. En las tablas 3 y 4, se observan las especies reportadas en las 63 unidades productivas con su respectivo nombre científico, familia, usos y clasificación.

Se encontró en total 18 familias. La Figura 3 muestra el porcentaje de plantas por familia, donde se verificó el predominio de Poáceas y Fabáceas. El 27 % de las especies fueron asignadas a la familia Poaceae, seguido de Fabaceae con el 25 %, Bignoniaceae con 8.3 %, Meliaceae con 6.3 %, Anacardiaceae y Malvaceae con 4.26 % cada una. El resto de las familias representaron solo el 2.1 % cada una. La familia Poaceae se encontró en mayor porcentaje en las UP del estudio en las que se dedican a la actividad ganadera manejada bajo el sistema doble propósito, por lo que cuentan con una gran cantidad de hierbas terrestres o pastos que sirven como alimento para el ganado. Por su parte las Fabáceas también pueden ser usadas como plantas forrajeras, de hecho, el 29 % de las especies estudiadas tienen este uso, sin embargo, la mayoría de las especies en estudio fueron clasificadas como maderables y representaron el 35 %, en concordancia con lo encontrado por Lokonon et al. (2019) quienes afirman que entre los agricultores existe una marcada preferencia por las especies que brindan madera, energía, alimento y medicina. Las plantas ornamentales alcanzaron 25 % teniendo en cuenta que muchas de ellas, tienen más de un uso.

Por otro lado, se evidenció con diferencias significativas ($P < 0.05$), que la Zona centro mostró el mayor número de familias y especies, seguido de la Zona Sur y la Zona Norte (Figura 4). Después de analizar cada una de las especies encontradas en las zonas de estudio se priorizaron las que tienen potencial para sistemas agroforestales. Villanueva-López et al. (2019) enuncian que especies arbustivas y arbóreas que cumplan con funciones como: sombra, cercas vivas, forrajes, bancos de proteína, medicinales, ornamentales, protectoras de fuentes de agua y mejoradoras de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos deben seleccionarse. De acuerdo a lo anterior, y respecto al uso, se estableció la representación del porcentaje de uso encontrándose 35 % de maderables, 29 % de forrajes, 25 % ornamentales, 3 % de medicinales, cercas vivas y construcción y 2 % que pertenecen a las melíferas.

Fig. 3: Porcentaje de especies por familia encontradas en el Departamento del Magdalena.

El análisis multivariado mostró que las áreas de estudio se asociaron en tres grupos de acuerdo al grado de similitud en la composición florística (Figura 5). El primer grupo lo conformó precisamente la Zona centro (con mayor número de especies y familias), el segundo grupo lo conformaron las Zonas Norte y Sur y el tercer grupo lo conformó la Zona Río (con el menor número de especies) observándose amplia diferencia con los otros grupos. Además, se encontró diferencias entre las zonas en términos de composición florística entre las zonas Centro, Río y Norte-Sur. Las discrepancias entre UP, también fueron evidentes. La zona Norte-Sur presentó la más alta disimilitud (gran distancia entre centroides), seguida de la zona Centro, mientras que la zona Río presentó alta similitud. Lo anterior indica que existen especies que se adaptaron a las condiciones agroclimáticas de cada zona.

Fig. 4: Distribución de familias vegetales encontradas en las Unidades Productivas con potencial para sistemas agroforestales.

Fig. 5: Agrupamiento de las zonas de estudio y ordenación en la composición florística, de acuerdo a la similitud (distancia entre centroides) en las comunidades vegetales.

DISCUSIÓN

El sistema ganadero que predomina en el departamento del Magdalena es extensivo, los bovinos recorren grandes distancias en búsqueda de alimento, la cobertura forestal observada en las UP fue baja, grandes potreros con pocas especies forestales. Los productores reconocen que han deforestado para adquirir leña o ampliar el potrero, según afirma uno de los entrevistados. “Se tala y se quema para abrir espacio y crear un potrero limpio” situación que es amenaza ante la vulnerabilidad ambiental del territorio (Revueltas et al., 2020). Sin embargo, Iglesias Gómez, et al. (2019) y Buitrago-Guillen et al. (2018) afirman que, relictos pequeños de bosque o arbustos solitarios en los potreros evidencian la pertinencia de incluir sistemas agroforestales al observar que el ganado busca sombra y el forraje es más fresco en su cercanía.

Especies de pasturas dominantes

Hacia el centro y sur del departamento, en las UP muestreadas se evidenció la presencia de forrajes como la *Bothriochloa pertusa*, que abunda respecto a otras especies, probablemente por las características de colonización. Autores como Khan et al. (2019) la consideran gramínea invasora que desplaza especies nativas, se reproduce por semillas y estolones, y es resistente al pisoteo del ganado, con una amplia capacidad adaptativa. Además, argumentan que tiene efecto alelopático que inhibe germinación y crecimiento de otras especies y presenta asociación con micorrizas arbusculares, lo que le brinda ventajas para su establecimiento. Hacia el norte del departamento, en el municipio Sitio Nuevo, las especies predominantes son *Cynodon nlemfuensis* (tolerante a inundaciones) y *Echinochloa polystachya* (presente en zonas pantanosas u orillas de ríos y complejos cenagosos) coincidiendo con la descripción de Díaz-Céspedes et al. (2020) quienes afirman que las mejores repuestas en productividad se presentan en zonas húmedas y se comporta bien en condiciones de inundación. Así mismo, se encontró gramíneas que crecen de forma natural, donde sobresalen *Bothriochloa pertusa* como una especie invasora en el cultivo de banano y *Dichanthium aristatum* (Quintero-Pertúz et al., 2020).

Especies arbóreas

Hacia el centro y norte del departamento se observó presencia de especies en regeneración como *Prosopis juliflora*, *Crescentia cujete*, *Samanea saman* y *Chloroleucon mangense*, especialmente útiles en los sistemas de producción ganadera ya que producen semillas y hojas que sirven de alimento al ganado, incluso mejoran el perfil nutricional de los forrajes convencionales al aportar proteínas y otros nutrientes esenciales (Shiferaw et al., 2019; Lokonon et al., 2019; Romero-Duque et al., 2007). Hacia el sur del departamento, la mayoría de las UP muestreadas evidencian más cobertura forestal respecto al norte y centro, dos UP han incorporado prácticas del modelo agroforestal. Se encontró arbustos y árboles en mayor proporción y sobresalen especies como *Crescentia cujete*, *Guazuma ulmifolia*, *Prosopis juliflora*, *Chloroleucon mangense*, *Platymisium pinnatum*, *Samanea Samán*, *Manilkara zapota*, *Hymenaea courbaril*, *Gliricidia sepium* y *Cedrela odorata*, entre otros. Sin embargo, hay evidencias que permiten deducir que la ampliación de la frontera agropecuaria, erradicó muchas especies nativas y alteró las condiciones de los ecosistemas (Lokonon et al., 2019), prácticas que homogenizan el paisaje.

Precisamente, Revueltas et al. (2020) y Buitrago-Guillen et al. (2018) enuncian que, entre más diversos sean los agroecosistemas, mayor será su resiliencia ecológica y la posibilidad de adaptación a escenarios cambiantes, es importante que el productor reconozca la prioridad implementar prácticas de conservación y protección a los recursos naturales en su finca, el uso de sistemas agro - silvopastoriles (bancos forrajeros, cercas vivas, barreras cortavientos, cosecha de frutos y follaje, incorporación de BPG, entre otras prácticas) como alternativa de producción que mejora el flujo de la materia orgánica e incorpora carbono al suelo estabilizando ciclos biogeoquímicos.

Resultados de investigaciones de Mancera et al. (2018) y Buitrago-Guillen et al. (2018), respecto a sistemas agroforestales, evidencian la pertinencia de su incorporación en el trópico, al fomentar la reestructuración vegetal de los agro ecosistemas, donde los árboles y arbustos favorecen poblaciones de aves e insectos, suministran sombra, realizan fijación biológica de nitrógeno, sirven de alimento entre otros, lo que incrementa la producción bovina al reducir el estrés de los animales. Adicionalmente, los mismos autores enuncian que la introducción de leguminosas en los sistemas silvopastoriles, mejoran la digestibilidad de las dietas y la respuesta productiva. Ríos et al., (2006) trabajando en Nicaragua y Costa Rica, registraron que la escorrentía fue significativamente más alta en pasturas degradadas (42 %) comparados con los bancos forrajeros con leñosas perennes (3 %), bosques secundarios jóvenes (6 %) y las pasturas con alta densidad de árboles (12 %), evidencia que pone de manifiesto que el uso de la cobertura vegetal y arbórea en las condiciones donde se realizó el estudio, es altamente benéfico no solo para la retención de agua, sino que además incrementa la fijación de Nitrógeno y reduce las pérdidas de suelo por erosión (Revueltas et al., 2020).

Así mismo, Zabala et al. (2018) reportaron que, en pasturas, el carbono en el suelo se incrementa. Sin embargo, los sistemas de raíces de las mismas, están concentrados en los estratos superiores y hay poco en las capas más profundas. Los mismos autores mencionan que los sistemas agroforestales secuestran carbono en los suelos además de incorporarlo en la biomasa leñosa. El carbono total en los sistemas silvopastoriles (SSP) varía entre 89 – 285 t ha⁻¹. Otros estudios argumentan la capacidad de los SSP para reducir las emisiones de CH₄ por fermentación entérica, tanto *in vivo* (Molina et al., 2016) como *in vitro* y la medición de los flujos de gases provenientes de praderas y excreciones bovinas. Así mismo, el uso de sistemas silvopastoriles en la ceba de ganado permitió obtener ganancias promedio diarias por animal entre 400 y 600 g y se incorpora la hembra a la reproducción entre los 23 y 25 meses, evidenciando incremento respecto al sistema tradicional. Por otro lado, después de más de nueve años de estudio en SSP, Ramakrishnan et al. (2020) concluyeron que cumplen un papel importante, en la mejora de la productividad e ingresos en regiones semiáridas, protegen el suelo y de la degradación y son vitales para los ecosistemas de regiones semiáridas. En la Tabla 5, se resumen las especies encontradas de forma dispersas en potreros y algunos relictos de la zona de estudio, especies reconocidas por su potencial para ser incorporadas a sistemas agroforestales y pueden ser referentes para modelos a implementar en la zona.

Lo anterior evidencia que existen investigaciones que respaldan la incorporación de las especies encontradas al sistema, conocimiento que viabiliza la alternativa seleccionada. Dada la producción de biomasa, composición química, aporte nutricional, sombrío, albergue de fauna y flora silvestre (Mancera et al., 2018), además de algunos reportes como recuperadoras de suelo, por la capacidad de fijar nitrógeno, al presentar en sus raíces asociación con bacterias del género *Rhizobium*; o con micorrizas, evidencian la pertinencia desde el punto de vista ecológico y ratifican la implementación de los sistemas agroforestales como alternativa del sector agropecuario en la zona de estudio ante cambio climático. Pero también, es incuestionable que las condiciones geológicas, climáticas y de diversidad de suelos existentes en el Departamento determinan la comunidad de especies que se establecen (Quintero-Pertúz et al., 2020). De allí que se reporten tres zonas de acuerdo a la composición florística (Centro, Norte-Sur y Río).

Tabla 5: Especies con potencial agroforestal que pueden ser incorporadas en el Departamento del Magdalena.

Especie arbórea	Funciones en los SSP	Referencia en Sistemas agroforestales
Guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	Reciclaje de nutrientes, follaje como alimento bovino, sombrío, maderable y medicinal.	Navas (2017).
Campano (<i>Albizia saman</i>).	Alimento, sombrío, mejorador de suelos, cercas vivas.	Aguirre-Morales et al., (2020).
Teca (<i>Tectona grandis</i>)	medicinal, maderable, construcción, regulación de carbono atmosférico y sus hojas se han estudiado como inhibidor de la corrosión.	Tantengco et al.,(2018), Manjunatha et al., (2018), Kodithuwakku y Edussuriya (2018)
Uvito (<i>Cordia alba</i>).	Alimento, sombra, maderable.	Navas (2017).
Orejero (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	Maderable, sombra, fruto para ganado	Navas (2017).
Totumo (<i>Crescentia cujete</i>)	Fruto como alimento para ganado, sombra y cerca viva.	Lokonon et al., (2019)
Aromo (<i>Acacia macracantha</i>)	Alimento, sombra, cercas vivas, Protector de suelos.	Espejo-Díaz y Nouel-Borges (2020)
Trébol (<i>Platymiscium pinnatum</i>)	Conservación de fauna, maderable, ornamental, sombrío.	Bocanegra-González et al., (2019)
Algarrobo (<i>Hymenaea courbaril</i>)	Sombrío, maderable, Alimento, conservación de suelos y fauna	Roca Cedeño et al., (2016).
Carbonero (<i>Chloroleucon mangense</i>)	Sombrío, maderable, alimento, ornamental	Romero-Duque et al., (2007)
Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	Forraje, cerca viva, medicinal, protectora de suelos	Ravindran et al., (2017).
Ceiba (<i>Pachira quinata</i>)	madera, medicinal, leña, construcciones y fuente de alimento para murciélagos (polinizadores) e insectos esfíngidos	Werden et al., (2020)
Trupillo (<i>Prosopis juliflora</i>)	Madera, forraje, cercas vivas	Shiferaw et al., (2019).

CONCLUSIONES

A partir de los resultados mostrados, de su análisis y de su discusión, se pueden extraer las siguientes conclusiones: 1) la estructura de especies en las 63 unidades productivas de las cuatro zonas del departamento del Magdalena es heterogénea, con diferencias en la composición florística, representada por 18 familias donde las más abundantes fueron Poaceae, Fabaceae, Bignoniaceae y Meliaceae; 2) los árboles encontrados son pocos, pero fueron priorizados 13 como potenciales para ser incorporados a sistemas agroforestales, ya que representan una opción multipropósito importante en el trópico seco donde su utilización puede proporcionar biodiversidad, belleza, reciclaje de nutrientes, sombra, alimento para el ganado y permitirán la conservación y generación de servicios ambientales como secuestro de carbono y protección de cuencas hidrográficas entre otras, y 3) las especies identificadas presentan características deseables para ser incluidas en sistemas agroforestales en el Departamento del Magdalena.

AGRADECIMIENTOS

Artículo derivado del proyecto “Investigación de los efectos de la variabilidad climática y el cambio climático en el recurso hídrico, biodiversidad y actividades agropecuarias en el departamento del Magdalena” Diciembre 2017 -2021. Fondo Nacional de Regalías- Gobernación del Magdalena-Universidad del Magdalena. Gracias a los productores, al equipo de profesionales y consultores del objetivo 2 por su aporte y a directivos por el financiamiento de la investigación.

REFERENCIAS

- Aguirre-Morales, C. A., Thomas, E., y otros siete autores, Genetic diversity of the rain tree (*Albizia saman*) in Colombian seasonally dry tropical forest for informing conservation and restoration interventions, <https://doi.org/10.1002/ece3.6005>, Ecol. Evol., 10(4), 1905-1916 (2020)
- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., y Díaz, C. J., Valoración del estado del suelo en zona de bosque seco tropical mediante técnicas analíticas y cromatogramas, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600337>, Inf. Tecnol., 30(6), 337-350 (2019)
- Bocanegra-González, K. T., Thomas, E., y otros cinco autores, Diversidad y estructura genética de cuatro especies arbóreas clave del bosque seco tropical en Colombia, <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71327>, Caldasia, 41(1), 78-91 (2019)
- Buitrago-Guillen, M. E., Ospina-Daza, L. A., y Narváez-Solarte, W., Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático, <http://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2>, Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 22 (1), 31-42 (2018)
- Cardona, E. M., Ríos, L. A., y Peña, J. D., Disponibilidad de variedades de pastos y forrajes como potenciales materiales lignocelulósicos para la producción de bioetanol en Colombia, <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000600010>, Inf. Tecnol., 23(6), 87-96 (2012)
- Espejo-Díaz, M. A., y Nouel-Borges, G. E., Evaluation of *Acacia macracantha* pods in balanced ration for growing rabbits, <https://doi.org/10.15517/rac.v44i1.40005>, Agron. Costarricense, 44(1), 93-104 (2020)
- Díaz-Céspedes, M. A., Hernández-Guevara, J. E., y Gómez-Bravo, C. A., Impacto del régimen pluvial en la composición química, digestibilidad y producción de metano de *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch, <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.02.01>, Scientia Agropecuaria, 11(2), 147-155 (2020)
- Iglesias Gómez, J. M., Galloso-Hernández, M. A., Toral-Pérez, O. C. y Aguilar-Hernández, A., Comportamiento productivo y conducta de búfalos de río y toros Cebú en silvopastoreo, Pastos y Forrajes, 42(3), 223-229 (2019)
- Khan, N., George, D., Shabbir, A., y Adkins, S., Suppressive plants as weed management tool: managing *Parthenium hysterophorus* under simulated grazing in Australian grasslands, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.051>, J. of Environ. Manag., 247, 224-233 (2019)
- Kodithuwakku, U., y Edussuriya, M., Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) and Teak (*Tectona grandis* L.) leaf extracts as green corrosion inhibitors, <http://doi.org/10.4038/rjs.v9i1.35>, Ruhuna J. Sci., 9, 64-69 (2018)
- Lokonon, B. E. Tchando, M., y otros cinco autores, Knowledge, valuation and prioritization of 46 woody species for conservation in agroforestry systems along Ouémé catchment in Benin (West Africa), <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0142-y>, Environ. Dev. Sustain., 21, 2377-2399 (2019)
- Londoño, V., y Torres, A. M., Estructura y composición vegetal de un bosque seco tropical en regeneración en Bataclán (Cali, Colombia), <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a04>, Colombia Forestal, 18(1), 71-85 (2015)
- Mancera, K. F., Zarza H., y otros cuatro autores, Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation, <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0497-3>, Agron. Sustain. Dev., 38(19), (2018)
- Manjunatha M., Niveditha, M., Santhoshkumar, A., y Kunhamu, T., Simulation of Carbon Dynamics of *Tectona grandis* forest in Western Ghats of Kerala, India, Using Century Model, in Climate change: challenges and solutions, 247-255, Allied Publishers, Nueva Delhi, India (2018)

- Mazo, N. de los Ángeles, Rubiano, J. E., y Castro, A., Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de bosque seco tropical en el suroccidente colombiano utilizando los SIG, <http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v25n1.41993>, Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía, 25 (1), 65-77 (2016)
- Molina, I. C., Angarita, E. A., y otros tres autores, Effect of *Leucaena leucocephala* on methane production of lucerna heifers fed a diet based on *Cynodon plectostachyus*, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.01.009>, Livestock Science, 185, 24-29 (2016)
- Navas, A., Conocimiento local y diseño participativo de sistemas silvopastoriles como estrategia de conectividad en paisajes ganaderos, <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4255>, Rev. Med. Vet., (34), 55-65 (2017)
- Quintero-Pertúz, I., Carbonó-Delahoz, E., y Jarma-Orozco, A., Weeds associated with banana crops in Magdalena department, Colombia, <https://doi.org/10.1590/s0100-83582020380100015>, Planta Daninha, 38, e020217466 (2020)
- Ramakrishnan, S., Kumar, S., y otros siete autores, Silvopastoral system for resilience of key soil health indicators in semi-arid environment, <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1814954>, Archives of Agronomy and Soil Science, 1-14 (2020)
- Ravindran R., Juliet, S., y otros seis autores, Effects of ethanolic extract of the leaves of *Pongamia glabra* and *Gliricidia sepium* against *Rhipicephalus* (Boophilus) *annulatus*, <https://dx.doi.org/10.14737/journal.aavs/2017/5.1.1.6>, Adv. Anim. Vet. Sci., 5(1), 1-6 (2017)
- Revueltas, J. E., Zabaleta, A., Mercado, T., y Aguirre, S., Cambios en el clima local y su efecto en la regulación hídrica en microcuencas del departamento del Magdalena, norte de Colombia, <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000600193>, Inf. Tecnol., 31(6), 193-206 (2020)
- Ríos, N., Cárdenas, A., y otros siete autores, Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica, Agroforestería en las Américas, 45(1), 66-71 (2006)
- Roca Cedeño, A. J., Lascano, P. J., y otros ocho autores, Influencia del Algarrobo en la conducta y producción de leche de vacas en pastoreo. I. período de seca, Rev. Prod. Anim., 28(1), 1-9 (2016)
- Romero-Duque, L. P., Jaramillo, V. J., y Pérez-Jiménez, A., Structure and diversity of secondary tropical dry forests in Mexico, differing in their prior land-use history, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.07.002>, Forest Ecology and Management, 253(1-3), 38-47 (2007)
- Shiferaw, H., Bewket, W., y otros seis autores, Implications of land use/land cover dynamics and Prosopis invasion on ecosystem service values in Afar Region Ethiopia, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.220>, Science of the Total Environment, 675, 354-366 (2019)
- Tantengco O., Condes, M., y otros tres autores, Ethnobotanical survey of medicinal plants used by Ayta communities in Dinalupihan, Bataan, Philippines, <https://doi.org/10.5530/pj.2018.5.145>, Pharmacognosy Journal, 10 (5), 859-870 (2018)
- Velándia, M., Botton, J., y otros siete autores, Estudio general de suelos y zonificación de tierras, departamento del Magdalena, 1ª edición, 498p, Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, Bogotá, Colombia (2009)
- Villanueva-López, G., Lara-Pérez, L. A., y otros cinco autores, Diversity of soil macro-arthropods correlates to the richness of plant species in traditional agroforestry systems in the humid tropics of Mexico, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106658>, Agriculture, Ecosystems & Environment, 286(1), 106658 (2019)
- Werden, L. K., Calderón-Morales, E., y otros cuatro autores, Using large-scale tropical dry forest restoration to test successional theory, <https://doi.org/10.1002/eap.2116>, Ecological Applications, 30(6), 1-17 (2020)
- Zabala, W., Merino, E., y Peláez, P., Influencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de cacao en la captura y almacenamiento de carbono, <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.04>, Scientia Agropecuaria, 9(4), 493-501 (2018)

Página en blanco