

Perspectiva local de la función agroecosistémica de árboles y arbustos en el paisaje ganadero del trópico alto de Cundinamarca

Deisy Bibiana Camargo Hernández

Andrea Milena Sierra Alarcón

Juan Carlos Benavides Cruz

Diana Marcela Parra Forero

Claudia Janeth Ariza Nieto

Yajaira Romero Barrera

Olga Lucía Mayorga Mogollón

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Prácticas Agropecuarias

Perspectiva local de la función agroecosistémica de árboles y arbustos en el paisaje ganadero del trópico alto de Cundinamarca

Deisy Bibiana Camargo Hernández
Andrea Milena Sierra Alarcón
Juan Carlos Benavides Cruz
Diana Marcela Parra Forero
Claudia Janeth Ariza Nieto
Yajaira Romero Barrera
Olga Lucía Mayorga Mogollón

Mosquera, Colombia, 2023

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Prácticas Agropecuarias

Perspectiva local de la función agroecosistémica de árboles y arbustos en el paisaje ganadero del trópico alto de Cundinamarca. / Deisy Bibiana Camargo Hernández [y otros seis] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2023.

223 páginas (Colección Prácticas Agropecuarias)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN e-Book: 978-958-740-654-2

1. Agroecosistemas 2. Sistemas silvopascícolas 3. Árboles maderables 4. Análisis de datos 5. Paisaje agrícola 6. Sostenibilidad 7. Biodiversidad.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura - Agrovoc

Catalogación en la publicación - Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AGROSAVIA
Centro de Investigación Tibiatatá. Km 14 Vía Mosquera-
Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia.

Esta publicación es el resultado del trabajo realizado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, y la interacción con los productores de los municipios de Bojacá, Cajicá, Carmen de Carupa, Coguá, Cota, Cucunubá, El Rosal, Facatativá, Funza, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Lenguazaque, Madrid, Mosquera, Nemocón, Simijaca, Sopó, Subachoque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Ubaté, Zipacón y Zipaquirá del departamento de Cundinamarca, en el marco del desarrollo del proyecto “Validación del valor funcional de los principios activos de los árboles y arbustos introducidos y nativos vinculados en los sistemas ganaderos como una estrategia integrada desde el árbol al ecosistema del rumen y su aporte sostenible en los servicios agroecosistémicos en la lechería especializada de Cundinamarca”, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e innovación (MinCiencias) y la Gobernación de Cundinamarca, mediante la Convocatoria 828 de 2018. Código de identificación del proyecto 66726. 80740-774-2019. Convenio 1972.

Colección: Prácticas Agropecuarias
Tipología: Manual

Fecha de recepción: 3 de marzo de 2023
Fecha de evaluación: 14 de junio de 2023
Fecha de aceptación: 18 de septiembre de 2023
Primera edición: noviembre de 2023
Preparación editorial
editorial@agrosavia.co
Líder editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz
Edición: Verónica Barreto Riveros
Corrección de estilo: Felipe Chavarro
Diagramación: Mónica Cabiatiava Daza

Fotografía de cubierta: Deisy Bibiana Camargo Hernández

Citación sugerida: Camargo-Hernández, D. B., Sierra-Alarcón, A. M., Benavides-Cruz, J. C., Parra-Forero, D. M., Ariza-Nieto, C. J., Romero-Barrera, Y., & Mayor-ga-Mogollón, O. L. (2023). *Perspectiva local de la función agroecosistémica de árboles y arbustos en el paisaje ganadero del trópico alto de Cundinamarca*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406542>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Contenido

Agradecimientos	9
Glosario y abreviaturas	11
Metodología para la colecta y análisis de la información	19
Guía de uso del manual	23
Introducción	27
Capítulo I	31
Servicios agroecosistémicos	31
Servicios agroecosistémicos de aprovisionamiento	32
Especies forrajeras	32
Especies maderables	54
Especies frutales o de consumo humano	69
Servicios agroecosistémicos de regulación y mantenimiento	78
Especies para sombra	79
Especies para restauración del suelo	124
Especies para protección de fuentes hídricas	127
Servicios agroecosistémicos culturales	141
Especies ornamentales o de belleza paisajística	141
Especies de símbolo cultural y religioso	159
Servicios agroecosistémicos de soporte	162
Especies para la protección de la biodiversidad	162

Capítulo II**183**

Conceptualización de los sistemas silvopastoriles en trópico alto	183
Franjas de pastoreo con árboles maderables o cercas vivas	184
Bancos forrajeros con asociación de arbustos	186
Setos forrajeros y maderables	187
Sistemas silvopastoriles intensivos o sistemas silvopastoriles en alta densidad	188
Índice de especies	190
Referencias	195
Los autores	219





Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) y a la Gobernación de Cundinamarca por la financiación del estudio mediante las convocatorias 828 de 2018 y 2054 de 2020. De igual forma, a las Secretarías de Agricultura y Desarrollo Rural y a los 120 productores de los municipios de Bojacá, Cajicá, Carmen de Carupa, Cogua, Cota, Cucunubá, El Rosal, Facatativá, Funza, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Lenguaque, Madrid, Mosquera, Nemocón, Simijaca, Sopó, Subachoque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Ubaté, Zipacón y Zipaquirá del departamento de Cundinamarca. Asimismo, agradecen a los investigadores Luis Orlando Albarracín, Javier Castillo, Aldemar Zúñiga y Ana María Calvo por brindar su apoyo durante la recolección de información y muestras vegetales utilizadas en el desarrollo de este documento.



Glosario y abreviaturas

Definiciones de composición nutricional en forrajes

Alcaloides totales (AT): total de alcaloides presentes en una sustancia o muestra, que son compuestos químicos orgánicos que contienen nitrógeno, producto de procesos metabólicos de las plantas, y generalmente son insolubles o poco solubles en agua. Algunos ejemplos de alcaloides incluyen la morfina, la cafeína, la codeína, la nicotina, la cocaína y la quinina (Salinas & Bermúdez, 1996).

Ceniza: cantidad de materia inorgánica compuesta de macro y microminerales, los cuales no se sintetizan ni se degradan por los animales o microorganismos y tienen importantes funciones fisiológicas en animales (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2003).

Digestibilidad de la materia seca (DMS): cantidad de materia seca de un alimento que puede ser digerida y absorbida por el animal para llevar a cabo funciones de mantenimiento, producción y reproducción, entre otros. Este es un parámetro importante para evaluar la calidad de los alimentos, que se expresa en porcentaje de la materia seca (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España [MAPA], s. f.).

Energía bruta (EB): energía calórica liberada por los componentes orgánicos de un alimento al someterlo a un proceso de oxidación (combustión), que se mide en una bomba calorimétrica y se expresa en calorías o en julios (Rojas et al., 2015).

Energía digestible (ED): energía contenida en los compuestos orgánicos del alimento digerido por el animal, que se calcula a partir de la EB del alimento menos la EB de las heces originadas por el consumo de ese alimento. La ED de los forrajes está afectada por la composición de la pared celular y la especie y edad del animal (MAPA, s. f.).

Energía metabolizable (EM): energía disponible para procesos metabólicos a nivel celular, que se calcula a partir de la ED menos la energía perdida en la orina y los gases de la fermentación producidos en la digestión (MAPA, s. f.).

Energía neta de lactancia (ENL): parte de energía del alimento que el animal usa para producción de leche (MAPA, s. f.).

Esteroles totales (ET): cantidad total de esteroides presentes en una sustancia, que son compuestos orgánicos presentes en pequeñas cantidades en las plantas, hongos y animales, y que se caracterizan por ser insolubles en agua y solubles en alcohol (Rojas et al., 2015).

Extracto etéreo (EE): cantidad de moléculas hidrofóbicas e insolubles en agua, constituidas principalmente por carbono, oxígeno e hidrógeno y en ocasiones por azufre, nitrógeno y fósforo. La fuente más común de lípidos en las raciones son los ácidos grasos, que en su mayoría vienen unidos a una molécula de glicerol (AOAC, 2003).

Fenoles totales (FT): cantidad total de compuestos fenólicos presentes en una sustancia, que se encuentran de forma natural en plantas y otros organismos, y están compuestos por uno o más grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático que contribuyen a la capacidad antioxidante de las plantas (Rojas et al., 2015).

Fibra en detergente ácido (FDA): fracción de la fibra que es insoluble en detergente ácido, compuesta básicamente de celulosa y lignina (AOAC, 2003). Este análisis es un indicativo de la capacidad de un animal para digerir el forraje. A medida que la FDA aumenta, se reduce la digestibilidad del forraje, y en consecuencia la cantidad de energía ingerida (Gándara et al., 2017).

Fibra en detergente neutro (FDN): fracción de la fibra que es insoluble en detergente neutro, compuesta de hemicelulosa, celulosa, lignina y sílice, que son los componentes estructurales de la pared celular de las plantas (AOAC, 2003). Los valores de la FDN reflejan la cantidad de forraje que el animal puede consumir. A mayor porcentaje de FDN, menor será la ingesta de materia seca (Gándara et al., 2017).

Flavonoides: constituyen un grupo amplio de moléculas generadas por el metabolismo secundario de las plantas que pertenecen a la clase de los polifenoles, y su función es proteger las plantas contra los daños causados por el estrés oxidativo, la radiación ultravioleta y los fitopatógenos. Además, actúan para atraer polinizadores

(Cartaya & Reynaldo, 2001). Estudios han demostrado que los flavonoides reducen la producción ruminal de metano y estimulan el metabolismo microbiano en rumen (Vélez-Terranova et al., 2014). En salud humana son conocidos por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas (Harborne, 1984).

Lignina: polímero fenólico cuya misión es dar fuerza y consistencia a la unión de las células vegetales a medida que la planta crece para sostenerla. Su proporción aumenta a medida que la planta envejece, disminuyendo la degradación de la fibra del forraje (AOAC, 2003).

Materia seca (MS): cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas conformada por carbohidratos, lípidos, proteínas, péptidos pequeños, aminoácidos libres, ácidos nucleicos y otras sustancias nitrogenadas, y se estima a partir de la diferencia del peso de la muestra antes y después de un proceso de secado total (AOAC, 2003).

Metabolitos secundarios: compuestos químicos producidos por las plantas que, a diferencia de los metabolitos primarios, encargados del mantenimiento básico de los organismos, cumplen funciones complementarias a las vitales, principalmente de adaptación e interacción con los organismos de su entorno. Dentro de las principales funciones se encuentran la comunicación química entre plantas y con otras especies, la atracción de polinizadores, la protección contra depredadores, patógenos o competidores, y la defensa contra radiación y congelación, entre otros (García, 2004; Rojas et al., 2015). Estos compuestos suelen ser químicamente diversos y pueden tener propiedades biológicas y farmacológicas significativas.

Metanogénesis: proceso biológico en el cual ciertos microorganismos llamados arqueas metanogénicas producen metano como resultado de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. Este proceso ocurre en ambientes naturales, entre ellos el sistema digestivo de los rumiantes, lo que se conoce como metanogénesis ruminal. La producción de metano en el rumen representa un proceso poco eficiente que conlleva a pérdidas entre el 2 % y 12 % de la EB consumida por el rumiante, que no solo tienen consecuencias en el metabolismo y la producción del animal, sino que también generan impactos negativos en el medio ambiente (Sosa et al., 2007; Bonilla-Sandí et al., 2020).

Polifenoles: compuestos que pertenecen a una amplia clase de metabolitos secundarios presentes en plantas, y se caracterizan por tener múltiples grupos fenólicos

en su estructura que les confieren propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas, antialérgicas y anticancerígenas (Huerta-Madroñal et al., 2022; Valencia-Avilés et al., 2017). Existen diversos tipos de polifenoles, como flavonoides, taninos, ligninas y ácidos fenólicos (Bravo, 2009; Rojas et al., 2015).

Proteína cruda (PC): contenido de nitrógeno determinado en el análisis químico y multiplicado por el factor 6,25 para obtener el porcentaje de proteína cruda. Este factor está relacionado con el hecho de que la proteína, en términos generales, contiene un 16 % de nitrógeno (AOAC, 2003).

Saponinas: compuestos orgánicos que se caracterizan por producir espuma cuando se agitan en presencia de agua y cumplen un rol en la defensa de las plantas contra patógenos y herbívoros, debido a su sabor amargo. Las saponinas exhiben un amplio espectro de actividades biológicas, abarcando efectos antiinflamatorios, anticancerígenos, antibacteriales, antifúngicos y antivirales (López-Sánchez et al., 2022). Se les atribuye la propiedad de inhibir la metanogénesis ruminal, gracias a su efecto adverso sobre los protozoarios ciliados y bacterias celulíticas, reduciendo la disponibilidad de hidrógeno para la metanogénesis (Rivera et al., 2018; Rojas et al., 2015; Vélez-Terranova et al., 2014).

Taninos condensados (TC): se expresan como equivalente de la catequina y se caracterizan por su capacidad moduladora, al reducir la metanogénesis del rumen mediante la disminución de la formación de hidrógeno y la inhibición de las arqueas metanogénicas, responsables de la síntesis de metano en el rumen (White & Lawler, 2002).

Taninos totales (TT): se expresan como equivalentes del ácido tánico y corresponden a compuestos polifenólicos encontrados especialmente en especies leñosas, que son usados como mecanismo de defensa de las plantas (Rojas et al., 2015).

Definición de términos botánicos

Amento: inflorescencia formada generalmente por muchas flores unisexuales dispuestas como en la espiga, con el eje primario articulado de modo que puede desprenderse todo en una pieza después de la fecundación (Sugden, 1997).

Axilar: ángulo que se forma por la unión entre cualquier estructura de la planta y el tronco o rama principal (López-González, 2001).

Caducifolio: árbol o arbusto que pierde las hojas en la estación desfavorable (López-González, 2001).

Cáliz: estructura externa que rodea la flor, compuesta por sépalos generalmente verdes y parecidos a las hojas vegetativas. Su función principal es proteger los órganos reproductores de la flor en su etapa de desarrollo y también puede desempeñar un papel en la atracción de polinizadores (López-González, 2001).

Capítulo: inflorescencia racimosa o abierta cuyo tallo que sostiene las flores se ensancha en la parte superior formando un disco de grosor moderado conocido como receptáculo común o clinanto (López-González, 2001).

Cápsula: tipo de fruto seco y dehiscente, es decir que se abre para liberar sus semillas cuando está maduro. Generalmente, consta de varias cavidades o compartimentos internos llamados lóculos, donde se encuentran las semillas (Sugden, 1997).

Corimbo: inflorescencia cuyas flores surgen a diferentes distancias a lo largo del pedúnculo común y se igualan en la cima formando un único nivel similar a un candelabro (López-González, 2001).

Corola: parte más interna floral y la más próxima a los órganos reproductores, formada por los pétalos, que generalmente carecen de clorofila y son de coloración variable, lo que las hace muy llamativas (López-González, 2001).

Diámetro a la altura del pecho (DAP): parámetro cuantitativo fundamental en la evaluación forestal que, junto a otras medidas como la altura, proporciona información sobre el crecimiento de los árboles y permite hacer predicciones precisas sobre su desarrollo futuro, así como calcular el volumen de madera que se puede obtener de un árbol. También se utiliza para tomar decisiones sobre el trasplante de árboles (Arturi et al., 2020).

Dioico: planta con presencia de flores de un solo sexo, por lo que las flores femeninas y masculinas se encuentran en individuos o pies diferentes (López-González, 2001).

Drupa: tipo de fruto carnoso con un hueso en el interior, caracterizado por tener el endocarpo leñoso (López-González, 2001).

Elíptica: tipo de hoja simple caracterizada por ser una lámina de forma oval, con la máxima anchura en el centro, pero con extremos agudos (Sugden, 1997).

Etnobotánica: estudio de las relaciones entre las plantas y los seres humanos, y de cómo estas influyen en el progreso de las sociedades.

Hermafrodita: individuo que posee órganos reproductores de ambos sexos, por lo que es capaz de producir gametos masculinos y femeninos en un mismo organismo (López-González, 2001).

Inflorescencia: estructura que se forma a partir de un grupo de flores que nacen del mismo tallo (López-González, 2001).

Lanceolada: con forma de lanza, estrechamente elíptica y de extremos apuntados (Sugden, 1997).

Melífera: que produce miel o néctar. Este término se usa especialmente en las flores que atraen a las abejas (Sugden, 1997).

Monoica: individuo cuyas flores masculinas y femeninas están ubicadas en la misma planta, pero en estructuras separadas (López-González, 2001).

Obovado: con forma inversamente ovada, con la parte más ancha en la punta (Sugden, 1997).

Ovoide: órgano macizo o copa de un árbol que tiene forma de huevo (Sugden, 1997).

Panícula: inflorescencia compuesta con forma piramidal formada por racimos de racimos simples (Sugden, 1997).

Perenne: especie vegetal que vive durante tres o más años, manteniendo su follaje en la planta durante largos periodos. Este patrón fenológico se denomina “siempre verde” (Sugden, 1997).

Semicaducifolio: planta que pierde su follaje por un periodo de tiempo muy corto, es decir, cuando las hojas viejas se caen y comienza el crecimiento del follaje nuevo. Este proceso suele darse en especies tropicales y subtropicales leñosas (Sugden, 1997).

Suelo calcáreo: también conocido como suelo calizo, tiene un alto contenido de carbonato de calcio, que proviene de la descomposición de rocas calizas o restos de organismos marinos. Estos suelos tienen un pH alcalino y su contenido de materia orgánica y nitrógeno es pobre (Sugden, 1997).

Zarcillo: órgano filamentososo activado en su crecimiento por el contacto lateral y que las plantas emplean para trepar y sujetarse (López-González, 2001).







Metodología para la colecta y análisis de la información

Para la elaboración de este manual se seleccionaron 30 municipios de Cundinamarca con vocación ganadera (figura 1), en los cuales se aplicó una entrevista semiestructurada, mediante un método no probabilístico e intencionado, a 120 productores. Estas entrevistas incluyeron preguntas relacionadas con el tipo de arreglo, sistema de siembra y uso de las especies en el sistema productivo, para identificar, mediante el conocimiento local, la función agroecosistémica de los árboles y arbustos presentes en las fincas.

Los datos recolectados fueron analizados mediante frecuencias de respuesta a través de un análisis de correspondencia múltiple. Con esta información se identificaron, según la perspectiva de los productores, los principales usos y la distribución de las especies de árboles y arbustos nativos e introducidos en los paisajes ganaderos, y sus distintas funciones agroecosistémicas, considerando aspectos de sostenibilidad ambiental, económica y social en la producción de leche del trópico alto de Cundinamarca.

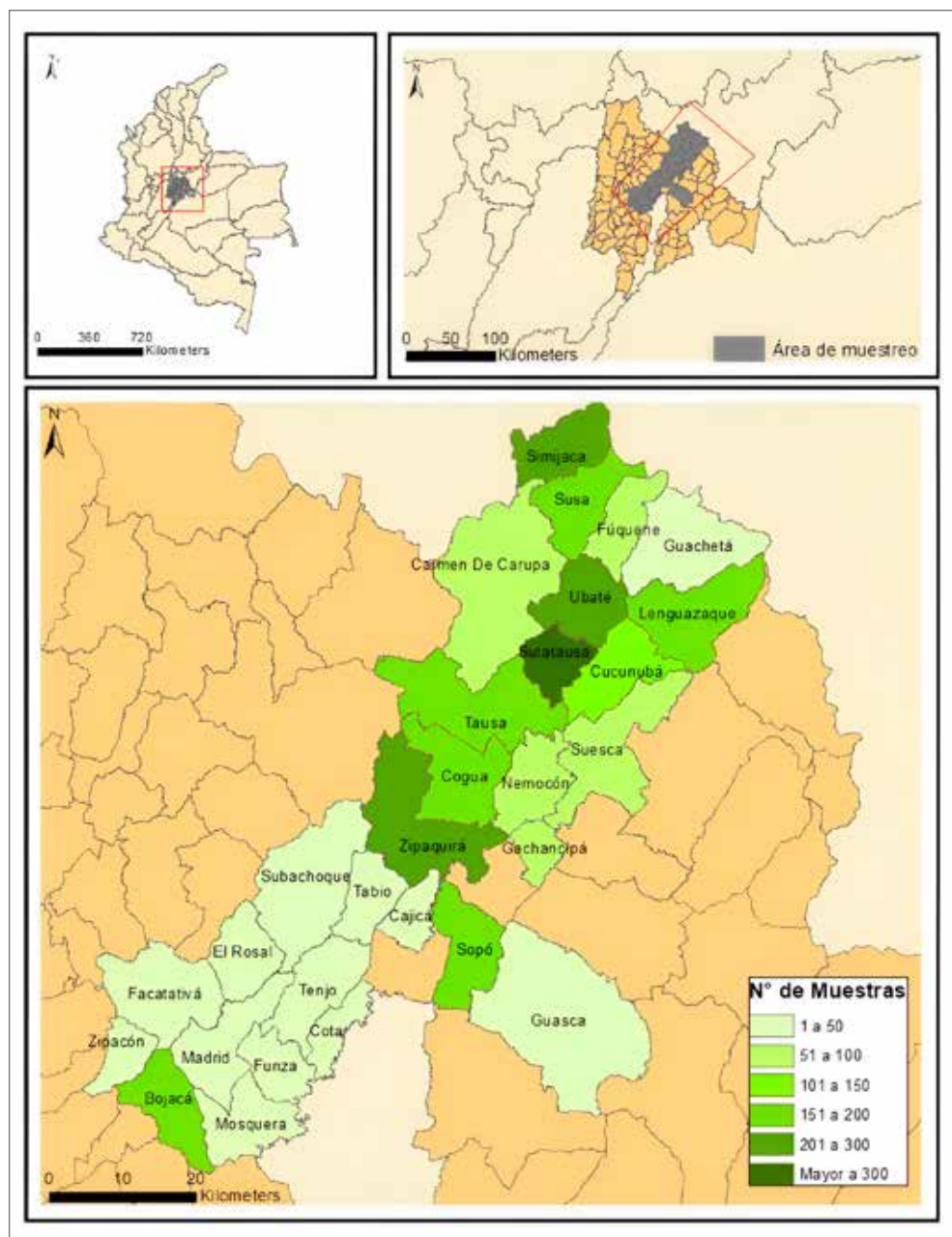


Figura 1. Municipios del departamento de Cundinamarca involucrados en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Para la caracterización de composición química y nutricional, se colectaron 1.300 materiales categorizados como árboles y arbustos presentes en estas fincas ganaderas, que fueron analizados mediante la técnica de espectroscopia del infrarrojo cercano (NIRS, por sus siglas en inglés), fundamentada en la aplicación de métodos matemáticos sobre datos químicos y que, en combinación con las ondas electromagnéticas de la región del infrarrojo cercano, generan ecuaciones de predicción para cada compuesto químico (Ariza-Nieto et al., 2018) reportado en el sistema de información sobre el valor nutricional de recursos forrajeros de Colombia, AlimenTro, disponible en la dirección electrónica <https://alimentro.agrosavia.co>.

La concentración de los metabolitos secundarios (alcaloides totales, esteroides totales, saponinas, taninos condensados, taninos y fenoles totales) se encuentra expresada en g/kg.MS (Ariza-Nieto et al., 2020); dichos metabolitos fueron determinados por métodos de química húmeda y complementados por predicción con ecuaciones generadas mediante la tecnología NIRS (Durán et al., 2018).

El potencial metanogénico se presenta como la emisión de metano entérico calculado con la ecuación reportada por Congio et al. (2022) y expresado en g CH₄/día. El valor de Y_m corresponde a la relación entre la EB consumida y la pérdida de energía como metano entérico emitido. Finalmente, el factor de emisión (FE) de metano entérico se expresa en kg CH₄/cabeza/año y es calculado a partir de la ecuación reportada por Dong et al. (2006).





Guía de uso del manual

Este manual fue estructurado en un aparte introductorio y dos capítulos principales. El primer capítulo principal, “Servicios agroecosistémicos”, está agrupado en subcapítulos según la importancia porcentual de la función agroecosistémica asignada a las especies de árboles y arbustos, así: 1) **Servicios de aprovisionamiento**, que incluye especies utilizadas para obtener recursos como el forraje para el ganado, madera y frutas para el consumo humano; 2) **Servicios de regulación y mantenimiento**, donde se encuentran las especies que desempeñan funciones importantes en la regulación del entorno, como la proporción de sombra a otras especies y su contribución a la restauración del suelo mediante la fijación de nutrientes y protección de fuentes hídricas; 3) **Servicios culturales**, que abarca especies con un valor estético como árboles ornamentales que brindan belleza paisajística, especies con valor cultural utilizadas en prácticas rituales, y especies con valor simbólico para la comunidad local; y 4) **Servicios de soporte**, donde se referencian especies que brindan apoyo y protección a la biodiversidad en la finca, en tanto sirven de hábitat o alimento para aves, insectos

beneficiosos como polinizadores u otros organismos que contribuyen al equilibrio ecológico.

Complementariamente a la función agroecosistémica, se incluye el origen, la descripción botánica (morfología y características distintivas), la composición nutricional y el potencial metanogénico, así como información sobre la presencia y distribución dentro del paisaje en finca ganadera de cada una de las especies arbóreas colectadas. Los valores promedio de composición nutricional y potencial metanogénico se expresan en gramos de componente/100 gramos de materia seca (% MS) para los análisis de PC, EE, ceniza, FDN, FDA y lignina; los cálculos del valor energético en términos de EB, ED, EM y ENL se expresan en megacalorías por kilogramo de materia seca (Mcal/kg MS).

Las descripciones detalladas de las especies incluidas en este capítulo son:

1. **Nombre científico:** es el nombre botánico asignado actualmente según la clasificación APG (Angiosperm Phylogeny Group), cuya primera palabra corresponde al género y la segunda al epíteto específico.
2. **Autor:** es la persona o equipo que ha descrito, denominado y publicado válidamente un taxón.
3. **Nombres comunes:** son los nombres populares o vernáculos usados por la población de diferentes regiones de Colombia para referirse a una especie fuera del ámbito científico.
4. **Sinónimos:** hace referencia a la existencia de otros nombres científicos que fueron asignados a la especie, pero que ya no se usan, y por tanto se convierten en sinónimos del nombre científico actual.
5. **Infraespecíficos:** también conocidas como subespecies, son subdivisiones dentro de una especie que presentan diferencias morfológicas, genéticas o geográficas distintivas, aunque están estrechamente relacionadas entre sí.
6. **Familia:** indica la familia botánica a la cual pertenece la especie.
7. **Origen:** hace alusión a la forma como se originó la especie en Colombia. Puede ser *nativa*, cuyo origen en un ecosistema se da por procesos naturales de evolución y distribución, y esta a su vez puede ser *endémica*, es decir que se encuentra únicamente en un área particular. Por su parte, *introducida* es aquella que ha sido transportada accidental o premeditadamente por el ser humano a un nuevo ambiente; las especies que han sido introducidas hace mucho tiempo y se adaptaron a las condiciones ambientales hasta el punto de mantener una po-

blación estable en equilibrio con el resto del ecosistema se denominan especies *naturalizadas*.

8. **Distribución geográfica:** expone las regiones o países donde se ha reportado presencia de la especie.
9. **Municipios:** especifica la ubicación donde se reportó presencia de la especie en Colombia.
10. **Elevación:** altura sobre el nivel del mar donde se encontró la especie en la zona de estudio y donde se ha reportado a nivel nacional.
11. **Hábito de crecimiento:** se refiere a la forma o el aspecto general de una planta en su crecimiento y desarrollo, que para el caso de las especies leñosas puede ser:
Árbol: planta de tronco vertical, denominado tallo primario, con un diámetro mínimo de 7,5 cm y una altura mínima entre los 3 y los 5 m (Allen et al., 2011).
Arbusto: planta leñosa que se caracteriza por tener varios tallos que surgen desde la base o cerca de ella, con una altura generalmente menor a 5 m cuando alcanza la madurez (Allen et al., 2011).
Subarbusto: pequeña planta leñosa que se diferencia de un arbusto por la forma en que sus ramas se disponen a nivel del suelo y por su altura más reducida, ya que generalmente no sobrepasa los 10 o 20 cm de altura.
Epífita: planta que vive sobre otro vegetal u otro soporte, sin sacar de ella sus nutrientes.
Trepadora: especie que se adhiere y crece verticalmente por un objeto o planta, parasitándolo mecánicamente, sin obtener nutrientes de él. Quien lo soporta se denomina “hospedador” y la planta trepadora compete con él en busca de luz solar.
12. **Descripción y hábitat:** comprende las características principales de la especie y su entorno.
13. **Presencia del árbol en el paisaje ganadero:** menciona el origen y la disposición de la especie dentro de los predios ubicados en la zona de estudio, y entre paréntesis se indica el porcentaje de menciones, según la visión del productor.
14. **Usos:** describe los distintos usos que los productores asignan a las especies arbóreas en la zona de estudio, los cuales se clasifican según los servicios agroecosistémicos que estas ofrecen, así.
Servicio de aprovechamiento: Maderable, Leña o carbón, Frutales o consumo humano, Forrajera, Medicina humana y animal, Aromático.
Servicio de regulación y mantenimiento: Sombra, Protección del viento, Restauración del suelo, Control de erosión, Protección de fuentes hídricas, Flores melíferas, Materia orgánica.

Servicios culturales: Belleza paisajística - Ornamentales, Símbolo cultural y religioso.

Servicios de soporte: Biodiversidad.

En el segundo capítulo, “Conceptualización de los sistemas silvopastoriles en trópico alto”, se presentan diferentes tipos de arreglos silvopastoriles, junto con sus atributos y especies sugeridas para su implementación en las fincas ganaderas del trópico alto colombiano que apoyarían la toma de decisiones informadas sobre el potencial de implementar arreglos silvopastoriles con las especies encontradas en las fincas. Allí se destacan aspectos a considerar, como son el diseño, la elección de las especies y los posibles beneficios económicos y ambientales que se pueden obtener a través de esta práctica innovadora y sostenible.

Finalmente, en este manual encontrará un índice ordenado alfabéticamente por nombre común y nombre científico de las especies para facilitar su búsqueda.

Introducción

Colombia se destaca por ser un país con una extraordinaria biodiversidad, que se expresa en una riqueza vegetal y animal superior a la de otras áreas geográficas similares (Rangel, 2015). La región Andina concentra una compleja diversidad de especies de plantas con flores, musgos, hepáticas, líquenes y helechos. De los aproximadamente 1.200 tipos de vegetación descritos en la literatura, se estima que 571 se encuentran en la región Andina y 295 están presentes en las zonas de páramos, biodiversidad que se asocia a las variaciones en la fisiografía y a las condiciones climáticas de la región (Rangel, 2015). No obstante, al igual que en el contexto mundial, estas áreas han sido intervenidas a causa de actividades antropogénicas como la minería (Rodríguez & Vergara, 2021), la producción agrícola (en la que predomina el cultivo de papa, seguido por cereales como el trigo y la cebada) o la ganadería (García & Leal, 2019; Manchabajoy & Polanco, 2022). Es pertinente señalar que, para el 2020, se registraron 171.685 ha deforestadas en Colombia, siendo la región Andina la segunda más deforestada después de la Amazonia, con 3.771 y 11.046 ha, respectivamente (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], 2020).

La mitigación de esta crisis requiere la implementación de medidas tradicionales, por ejemplo el establecimiento de áreas protegidas (García & Leal, 2019; Watson et al., 2014), y también abordar los factores de impacto directo, como la deforestación, la pérdida de hábitat, la contaminación, entre otros. Sin embargo, estas acciones deben complementarse con alternativas y estrategias que involucren a productores, consumidores y academia, con el objetivo de fomentar la adopción de prácticas más sostenibles (Food and Agriculture Organization [FAO], 2020).

La ganadería en Colombia, enfocada en la producción de carne y leche, se basa principalmente en el pastoreo y ha sido identificada como uno de los sectores productivos con mayores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4) entérico (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios

Ambientales [Ideam], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] & Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2022). Además, es uno de los causantes de la pérdida de la biodiversidad como resultado de su introducción en paisajes altoandinos, considerados uno de los ecosistemas más frágiles (Convention on Biological Diversity [CBD], 2014).

No obstante, la ganadería también puede convertirse en un sector clave para impulsar acciones positivas en términos de mitigación climática, crecimiento verde y conservación de biodiversidad. Esto puede lograrse a través de prácticas de reconversión del paisaje ganadero, como el repoblamiento de áreas de bosques con especies nativas y la incorporación de especies asociadas en las áreas de pastoreo, como gramíneas, leguminosas, herbáceas y árboles. Estas acciones permitirían la coexistencia de especies silvestres propias de cada ecosistema, promoviendo así la conservación de la biodiversidad (Oyhantçabal & Rodríguez, 2022).

La inclusión de la biodiversidad en la evaluación ambiental es una estrategia emergente que aborda diversos aspectos, como la evaluación de servicios ecosistémicos, la toxicología ambiental y ciclo de vida del carbono (Milchunas et al., 1989; Overbeck et al., 2007; Vrasdonk et al., 2019). Estos enfoques pueden tener un impacto significativo en la huella de carbono registrada por los sistemas productivos, debido a que las prácticas de pastoreo sostenible pueden promover el secuestro y almacenamiento masivo de carbono en el suelo de las áreas dedicadas al pastoreo (Hewins et al., 2018; Wang et al., 2016).

Los sistemas de producción bovina y los objetivos de conservación de la biodiversidad pueden ser mejorados a través del incremento de la biomasa por la introducción de árboles y arbustos, en diferentes tipos de arreglos silvopastoriles, con especies propias de cada región ecológica, lo cual implica un aprovechamiento responsable de la biodiversidad, generación de corredores ecológicos, incremento en el secuestro de carbono y mejora de los servicios ecosistémicos en las fincas (FAO, 2020; Dondini et al., 2023).

Este manual provee elementos basados en el reconocimiento, mapeo de la biodiversidad, función biótica y agroecosistémica guiada por el productor local, además de la caracterización nutricional mediante análisis de NIRS (Ariza-Nieto et al., 2018), potencial metanogénico y descripción de las variables que se consideran para establecer un sistema silvopastoril (ssp) de las especies de árboles y arbustos presentes en fincas del trópico alto de Cundinamarca. Es una forma de conciliación entre la filosofía de

la sostenibilidad, la rentabilidad y el conservacionismo, que busca crear conciencia y vislumbrar oportunidades sobre el potencial de proteger y fomentar el uso sostenible de la diversidad existente en los paisajes locales ganaderos de Cundinamarca (Rusch et al., 2014).







Capítulo I

Servicios agroecosistémicos

Los servicios ecosistémicos demuestran la importancia de la naturaleza y la variedad de beneficios, tanto tangibles como intangibles, que aporta a la vida y bienestar de la humanidad, que depende estrechamente del ecosistema en que los seres humanos existen (Fisher et al., 2009; Zabala et al., 2021). Estos servicios pueden originarse tanto en ecosistemas poco alterados como en aquellos fuertemente modificados por la influencia humana, como es el caso de los sistemas agrícolas o agroecosistemas (Fallas-Henríquez & Molina-Murillo, 2017).

Los agroecosistemas son creados por el ser humano para brindar un servicio de aprovisionamiento específico en el que el grado de modificación antropogénica afecta el funcionamiento innato de los ecosistemas naturales; en consecuencia, los servicios agroecosistémicos son coproducidos tanto por el ecosistema natural como por el ecosistema modificado (Zabala et al., 2021). De acuerdo con Zabala et al. (2021), todas las categorías de servicios ecosistémicos deben valorarse en los servicios que brindan los agroecosistemas, los cuales son clasificados en cuatro grandes categorías: a) servicios de aprovisionamiento

to, en referencia a los bienes tangibles como alimentos, agua, madera y fibras; b) servicios de regulación y mantenimiento, tales como polinización, regulación climática, regulación hídrica, regulación de plagas y enfermedades, regulación de la erosión de suelos, entre otros, que favorecen el desarrollo de las actividades productivas; c) servicios culturales, que involucran el acceso o conocimiento de productos silvestres, el desarrollo del agroecoturismo y la gestión de los ecosistemas, que promueve su evaluación e implementación en la planificación del paisaje; y, finalmente, d) servicios de soporte, los cuales son procesos ecológicos básicos que promueven el flujo de las categorías mencionadas previamente (Hanaček & Rodríguez-Labajos, 2018).

Servicios agroecosistémicos de aprovisionamiento

Con base en los conceptos y la visión local de los productores entrevistados en el trópico alto de Cundinamarca, se identificaron los principales servicios agroecosistémicos proporcionados por las especies leñosas presentes en los sistemas de producción, entre los cuales se destacan, especialmente, los servicios de aprovisionamiento, que se definen como aquellos en donde los productos finales del agroecosistema proporcionan alimentos para humanos y animales domésticos, combustibles o fibras (Zabala et al., 2021).

Para las fincas de las tres regiones de Cundinamarca (Sabana Occidente, Sabana Centro y Valle de Ubaté) se reconoció el servicio de aprovisionamiento aportado por las diferentes especies usadas como forrajes, maderables y frutales para consumo humano.

Especies forrajeras

Las especies mencionadas en esta sección son aquellas que los productores han identificado como proveedoras de alimento y son apetecidas por los bovinos en determinadas etapas de su desarrollo fisiológico (Haines-Young & Potschin, 2018), aunque no necesariamente están distribuidas en los predios ganaderos como especies de uso exclusivo para la alimentación animal.

Las especies leñosas consideradas forrajeras son aquellas que, además de ofrecer un aporte nutricional, son apetecibles para los animales, especialmente en estados jóvenes o rebrotes. Estas especies deben ser de fácil establecimiento y alta rusticidad. Se caracterizan por tener ramas flexibles que permiten el pastoreo y por una tasa de crecimiento y capacidad de rebrote que favorece una buena producción de biomasa. También se destacan por tener una baja concentración de metabolitos secundarios y ausencia de sustancias alelopáticas (Caballero-López, 2019).

Adicionalmente, estas especies desempeñan un papel clave en la promoción de ciclos de nutrientes en el suelo. A través de su simbiosis con microorganismos fijadores de nitrógeno, ayudan a mejorar la biodisponibilidad de nutrientes para las gramíneas, que son fundamentales en la producción de leche en los sistemas de ganadería en Colombia.

A continuación se presentan algunas de las leñosas que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han relacionado como especies forrajeras.

Acacia decurrens

Autor: Willd.

Nombres comunes: Acacia, acacia negra, acacia gris, acacia amarilla, uña de gato (Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis [JBB], 2023).

Sinónimos: *Mimosa decurrens* Donn, *Acacia decurrens* var. *Dealbata* (Link) Muller. *Racosperma decurrens* (Willd.) Pedley (Bernal et al., 2019).

Familia: Fabaceae.

Origen: Introducida. Especie nativa de Australia y distribuida a nivel mundial (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Montañas azules de Nueva Gales del Sur, Australia, África, América, Europa, Nueva Zelanda y el Pacífico, océano Índico y Japón (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Carmen de Carupa, Cogua, Cucunubá, El Rosal, Funza, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Madrid, Mosquera, Nemocón, Sopó, Subachoque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.539 y 3.200 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.000 y 3.000 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol perenne de hasta 15 m de altura y DAP de hasta 50 cm; la ramificación empieza a 1 m de altura, y forma una copa irregular con un follaje

de densidad media y un sistema radicular superficial. Sus hojas son compuestas por numerosas láminas foliares brillantes, abiertas y planas durante el día, replegadas y cerradas durante la noche, dispuestas de forma alterna en el tallo. Las flores son pequeñas, de 8 mm de diámetro, de color amarillo, aromáticas, y se reúnen en cabezuelas que aparecen en ciertas épocas del año. Los frutos son legumbres de 4 a 10 cm de largo, tienen un color pardo-rojizo y contienen varias semillas (Bartholomaeus et al., 1998). Esta especie de árbol crece rápidamente, pero su vida útil no es muy larga, generalmente vive menos de 35 años.

En Colombia crece en áreas de bosque alto andino, en zonas agrícolas, pastizales, ribereñas, humedales y ambientes periurbanos y urbanos. Es tolerante a la sequía y a cualquier tipo de suelo, aunque prefiere suelos con buen drenaje, textura arenosa a arcillosa, con pH ácido a neutro y poco calcáreos, y resiste temperaturas extremas, sol y sombra; sin embargo, se desarrolla mejor en climas fríos y en condiciones de luz plena (Díaz-Espinosa et al., 2012).

En la actualidad no se encuentra reportada como especie en peligro (Bernal et al., 2019). Desde el conocimiento local de los productores entrevistados, se describe como una especie agresiva con una alta producción de semilla, germinación y rápida propagación.

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *A. decurrens* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (52,4 %), siempre han existido (23,8 %), nacieron naturalmente (14,3 %) o fueron donados por un programa de fomento (9,5 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (51,9 %), de forma dispersa (29,6 %), en arreglos silvopastoriles (11,1 %) o como parte de una reserva natural o bosque (7,4 %).

Usos: El follaje de este árbol es utilizado para la alimentación de ganado y su madera es usada como leña. Es una especie fijadora de nitrógeno, que contribuye a la recuperación y restauración del suelo y al control de la erosión. También es usado como árbol ornamental. A personas con alergias, puede ocasionar rinoconjuntivitis debido a la producción masiva de flores (Bartholomaeus et al., 1998).

Servicios reportados por los productores: Forraje (40,7 %), sombra (21,9 %), protección contra el viento (12,5 %), materia orgánica (9,4 %), protección de las fuentes hídricas (3,1 %), belleza paisajística-ornamental (3,1 %), biodiversidad (3,1 %), leña o carbón (3,1 %) y control de erosión (3,1 %).

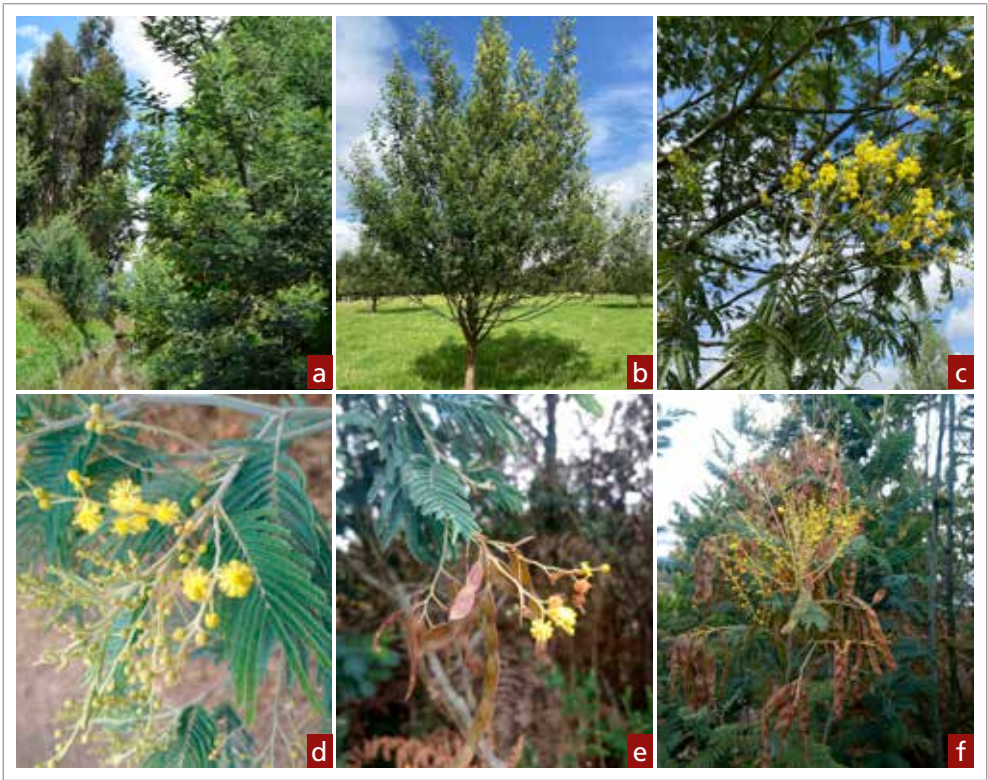


Figura 2. *Acacia decurrens*. a. Acacia rodeada de flora nativa (Susa, 2021); b. Árbol disperso en potreros (Mosquera, 2020); c. Detalle la inflorescencia (Mosquera, 2020); d. Detalle la inflorescencia (Tenjo, 2023); e. y f. Detalle de frutos (Tenjo, 2023).

Fotos: Andrea Milena Sierra, Deisy Camargo y Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 1. Información nutricional de *Acacia decurrens*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
44,71	16,86	3,78	5,65	41,00	27,31	5,04

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,97	3,65	28,63	14,25	32,94	55,06	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
64,36	4,34	2,84	2,22	1,36	5,45	76,75
n=44						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Acacia melanoxylon

Autor: R. Br.

Nombres comunes: Acacia negra, acacia, acacia japonesa, acacia morada.

Sinónimos: *Mimosa melanoxylon* Poir., *Racosperma melanoxylon* (R. Br.) C. Mart., *Racosperma melanoxylon* (R. Br.) Pedley (Bernal et al., 2019).

Familia: Fabaceae.

Origen: Introducida. Especie nativa de Australia, cultivada alrededor del mundo, principalmente en climas fríos (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Especie nativa del este de Australia (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cogua, Cucunubá, El Rosal, Funza, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Lenguaque, Madrid, Mosquera, Nemocón, Simijaca, Sopó, Subachoque, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Ubaté, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.530 y 3.120 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.500 y 3.200 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol perenne de 15 a 35 m de altura y un DAP de hasta 50 cm. Tiene un crecimiento recto y corteza agrietada en su madurez de color gris oscuro; su ramificación empieza a los 2 m, formando una copa ovalada-piramidal, con una amplitud de copa estrecha (menor a 7 m), densidad de follaje alta y un sistema

radicular extenso, denso y superficial, que produce retoños. Las hojas son heterófilas, es decir, tienen dos formas: las hojas jóvenes son compuestas y las maduras son simples, de borde entero y nerviación marcada. Su floración es estacional, con flores agrupadas en capítulos de color amarillo pálido o crema de 1 cm de diámetro, y sus frutos son legumbres de color pardo-rojizo y retorcidas con múltiples semillas de color negro (Arroyave et al., 2014; Arroyave et al., 2018; Bartholomaeus et al., 1998).

Esta especie tiene una tasa de crecimiento rápido y una longevidad media de 36 a 60 años. Puede crecer en zonas agrícolas, bosques naturales y plantados, pastizales, áreas ribereñas y en zonas húmedas o pantanosas. Es tolerante a la sequía, a cualquier tipo de suelo, temperaturas extremas, sol y sombra; sin embargo, se desarrolla mejor en climas fríos y con alta luminosidad (Díaz-Espinosa et al., 2012).

En Colombia es una especie reportada como invasora de bajo riesgo, ya que reemplaza vegetación nativa como matorrales y pastizales y puede incluso llegar a obstruir el flujo de agua a lo largo de los arroyos y ríos invadidos. En otros países es reportada como muy invasora, por lo que su propagación demanda especial cuidado.

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *A. melanoxylon* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (60,6 %), siempre han existido (27,3 %), fueron donados por un programa de fomento (9,1 %) o nacieron naturalmente (3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (56,8 %), de forma dispersa (22,7 %), en arreglos silvopastoriles (13,6 %), en bancos de proteína (4,5 %) y como parte de una reserva natural o bosque (2,4 %).

Usos: Este árbol ayuda a mejorar la calidad del suelo y a prevenir la erosión, ya que fija nitrógeno. Se ha reportado que puede ser utilizado para limpiar suelos muy contaminados con cromo, pues acumula hasta 1.859 mg/kg de este metal en sus raíces a través de un proceso natural denominado fitoestabilización (Calderón-Torres & Zamudio-Sánchez, 2019).

Tiene múltiples usos prácticos, como proporcionar sombra, actuar como barrera cortavientos y formar cercas vivas (Rojas, 2017). La calidad de su madera es comparable con la del nogal, lo que la hace valiosa para la fabricación de muebles y herramientas. Además, debido a su flexibilidad al ser tratada con vapor de agua, es ideal para crear objetos curvos como botes y barriles. En Colombia, la madera es utilizada principalmente para postes de cerca y como leña (Curichumbi-Betún, 2021).

En Australia se ha reportado el uso de su corteza en infusión como analgésico para aliviar el dolor causado por el reumatismo. Otros estudios han evaluado el potencial bioactivo y la obtención de extractos de sus hojas para aplicaciones farmacológicas, debido a que se han identificado triterpenoides, como el lupeol, así como melacacidin y flavonoides, que se utilizan como quimioprotectores y hepatoprotectores en tratamientos para el cáncer, inflamaciones cutáneas y problemas en el páncreas e hígado (Abbas et al., 2019; Duarte, 2021).

Servicios reportados por los productores: Forraje (26,6 %), sombra (20 %), protección contra el viento (15 %), protección de fuentes hídricas (10 %), materia orgánica (8,3 %), belleza paisajística-ornamental (6,7 %), biodiversidad (5 %), leña o carbón (5 %), maderable (1,7 %) y control de erosión (1,7 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal.



Figura 3. *Acacia melanoxylon*. a. Árbol disperso en potreros (Susa, 2021); b. Detalle de la inflorescencia (Susa, 2021); c. Detalle de la inflorescencia (Tenjo, 2023); d. Detalle de los frutos (Susa, 2021).

Fotos: Andrea Milena Sierra y Deisy Camargo

Tabla 2. Información nutricional de *Acacia melanoxylon*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
46,66	13,90	2,71	4,14	49,31	27,98	5,78
Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,02	3,50	31,83	14,66	30,80	50,05	
Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
61,79	4,27	2,68	2,08	1,28	5,47	75,96
n=38						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Ageratina tinifolia

Autor: (Kunth) R. M. King & H. Rob.

Nombres comunes: Chilco amargo, salvia amarga, amargo, amargoso, ayubara.

Sinónimos: *Eupatorium tinifolium* Kunth (Bernal et al., 2019).

Familia: Asteraceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Desde los Andes de Venezuela a Ecuador (Bernal et al., 2019).

Municipios: Fúquene, Subachoque, Suesca, Sutatausa, Tocancipá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.570 y 2.930 m s. n. m. En Colombia, se encuentra entre 1.350 y 3.900 m s. n. m., y está presente en las tres cordilleras (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Subarbusto, arbusto (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Arbusto de 1,5 a 3 m de altura. Sus tallos jóvenes tienen una forma ligeramente angular y son lisos. Las hojas son simples, se disponen en el tallo de manera opuesta y en forma de cruz. Sus inflorescencias surgen al final de los tallos, formando un racimo de 8 a 10 cm de largo, con flores blancas de textura plumosa. Los frutos son pequeños, secos y contienen una sola semilla; cuando maduran, no se abren para liberar la semilla.

Esta especie se encuentra comúnmente en matorrales altoandinos, bordes de bosque y vegetación paramuna; crece rápidamente en sitios húmedos y bien iluminados, y soporta bien el encharcamiento. Debido a estas características, es una opción ideal para proyectos de restauración ecológica en zonas de páramo y humedales de clima frío. Su estado de conservación no ha sido evaluado (Gil-Leguizamón et al., 2020; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *A. tinifolia* se encuentran en el predio porque siempre han existido (71,4%), nacieron naturalmente (14,3%) o fueron plantados por el productor (14,3%). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (55,6%), de forma dispersa (22,2%), en arreglos silvopastoriles (11,1%) o como parte de una reserva natural o bosque (11,1%).

Usos: Sus ramas son consumidas por el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Sus flores son atractivas para insectos como moscas y mariposas (p. ej. *Altinote trinacria*). Es una especie con grandes atributos para ser usada en la restauración de sistemas paramunos. Dentro de sus características se encuentra el potencial de captar niebla y de ser polinizada por vía de fauna y viento (Roa Casa, 2022; Zhou et al., 2013). Adicionalmente, es con fines ornamentales.

Servicios reportados por los productores: Forraje (30,8%), belleza paisajística-ornamental (15,4%), biodiversidad (15,4%), sombra (15,4%), protección contra el viento (15,4%) y materia orgánica (7,6%).

Servicios adicionales reportados en literatura: Protección de fuentes hídricas y restauración del suelo.



Figura 4. Estructura de la planta de *Ageratina tinifolia* (Tocancipá, 2020).
Foto: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 3. Información nutricional de *Ageratina tinifolia*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
34,60	14,98	3,54	7,61	49,52	28,53	6,81

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
7,70	3,15	21,64	8,45	23,86	41,20	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
62,48	4,16	2,72	2,18	1,34	5,52	74,64
n=3						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Hesperomeles goudotiana

Autor: (Decne.) Killip.

Nombre común: Mortiño.

Sinónimos: *Osteomeles goudotiana* Decne. (Bernal et al., 2019).

Familia: Rosaceae.

Origen: Nativa-endémica (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Esta especie es nativa de la región Andina colombiana y originaria de la cordillera Oriental colombiana (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cogua, Facatativá, Gachancipá, Guasca, Suesca, Susa, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.589 y 3.200 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 2.600 y 3.700 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Este árbol alcanza 6 m de altura y sus ramas se desarrollan desde la base. Su copa tiene una forma irregular y produce flores de color crema con un diámetro de 8 mm, las cuales se agrupan. Los frutos son bayas redondeadas de tonalidad rojiza, con un diámetro de 13 mm y contienen entre 4 y 5 semillas en su interior (Bartholomaeus et al., 1998). Hasta la fecha, no se ha llevado a cabo una evaluación sobre su estado de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *H. goudotiana* que se encuentran en el predio siempre han exis-

tido (55,6 %), fueron plantados por el productor (33,3 %) o nacieron naturalmente (11,1 %). Los árboles están dispuestos en los predios de forma dispersa (50 %), formando cercas vivas (41,7 %) y como parte de una reserva natural o bosque (8,3 %).

Usos: Los frutos de esta especie son consumidos tanto por seres humanos como por la fauna silvestre, especialmente aves. Suele encontrarse cerca de fuentes hídricas para su protección.

En su etapa verde, los frutos contienen niveles significativos de compuestos beneficiosos como fenoles y flavonoides. Sin embargo, estos componentes disminuyen a medida que los frutos maduran (Barragán, 2015; Ortiz et al., 2021).

Desde el conocimiento local, se ha reportado que esta especie se emplea para ramoneo animal, como proveedora de frutos comestibles, con usos terapéuticos para el tratamiento de la tos y como planta ornamental.

Servicios reportados por los productores: Forraje (50 %), protección de fuentes hídricas (25 %) y sombra (25 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Frutales o consumo humano y biodiversidad.



Figura 5. *Hesperomeles goudotiana*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Presencia de frutos (Cogua, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 4. Información nutricional de *Hesperomeles goudotiana*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
44,94	8,43	3,09	4,05	47,68	28,78	5,46
Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,61	2,95	30,94	15,87	41,04	65,39	
Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
57,17	4,17	2,47	1,95	1,22	5,52	74,73
n=11						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Sambucus nigra

Autor: L., 1753

Nombres comunes: Sauco, sauco blanco, carbunquera, salbunguera.

Sinónimos: *Sambucus graveolens* Willd. (Bernal et al., 2019).

Infraespecíficos: *Sambucus nigra* subsp. *canadensis* (L.) Bolli, *Sambucus nigra* subsp. *peruviana* (Kunth) Bolli (Bernal et al., 2019).

Familia: Adoxaceae.

Origen: Introducida. Especie originaria de Europa, noroeste de África y sudoeste de Asia (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Europa, Asia y el norte de África. Su cultivo como ornamental ha hecho que su área de distribución se amplíe por todo el mundo (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Carmen de Carupa, Cogua, Cota, Cucunubá, El Rosal, Facatativá, Funza, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Lenguazaque, Madrid, Mosquera, Nemocón, Simijaca, Sopó, Subachoque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Ubaté, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.538 y 3.020 m s. n. m. En Colombia es altamente cultivada entre 700 y 3.000 m s. n. m., en bosques premontanos y montanos (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Esta especie puede crecer hasta alcanzar 5 m de altura. Sus ramas son huecas, tienen una médula abundante de color blanquecino y forman una copa redondeada y densa. Sus hojas compuestas están dispuestas en forma opuesta y conformadas por 5 a 7 folíolos ovalados con bordes aserrados. Se destaca por tener un follaje abundante y siempre verde. Es una especie hermafrodita y sus inflorescencias, ubicadas al final de las ramas, son corimbos de 10 a 25 cm de diámetro con flores individuales, aromáticas, de color blanco y con un diámetro de 6 mm. Sus frutos son drupas de color púrpura oscuro, sabor agradable y contienen tres semillas, con un diámetro de 3 a 8 mm (Díaz-Espinosa et al., 2012; Montes-Salazar et al., 2022).

S. nigra se destaca por su resistencia, su requerimiento de una exposición adecuada a la luz y su capacidad para prosperar en las proximidades de fuentes de agua. Puede resistir fuertes heladas y se adapta bien a suelos diversos, incluso los de baja calidad con una ligera acidez, o suelos calcáreos o pedregosos, aunque no soporta suelos mal drenados (Díaz-Espinosa et al., 2012).

En Colombia, esta especie se encuentra ampliamente distribuida en zonas del trópico alto y actualmente no enfrenta amenazas importantes, por lo que su estado de conservación se considera de preocupación menor (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *S. nigra* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (56,4 %), siempre han existido (32,4 %), nacieron naturalmente (5,6 %) o fueron donados por un programa de fomento (5,6 %). Los árboles están dispuestos en los pre-

dios formando cercas vivas (50,5 %), de forma dispersa (29,7 %), en arreglos silvopastoriles (13,2 %), en bancos de proteína (5,5 %) o como parte de una reserva natural o bosque (1,1 %).

Usos: Por ser una especie de rápido crecimiento y copa densa, es ideal para el establecimiento de cercas vivas, barreras rompevientos y sombríos. También por su rápido crecimiento, facilidad de rebrote, valor nutricional, alta palatabilidad y digestibilidad, es usado para alimentar el ganado, ya sea por ramoneo directo o por corte y acarreo (Bare & Ashton, 2016; Mahecha et al., 2022).

Es una especie atractiva para uso ornamental y es de interés en la apicultura debido a su floración. Además, es una fuente de alimento para las aves (Bare & Ashton, 2016). La infusión de sus hojas es usada para control de plagas como mosquitos, áfidos, pulgones y orugas (Grajales Atehortúa et al., 2015; Rojas, 2017). Su madera dura es muy valorada en ebanistería y fabricación de herramientas. Los tallos huecos son ideales para la fabricación de flautas y cerbatanas. Además, la madera también es empleada como leña (Grajales Atehortúa et al., 2015).

Las flores se pueden consumir cocidas o fritas, y son usadas también para la fabricación de vinos por otorgar un sabor añejo y olor aromático. Los frutos pueden ser consumidos frescos o ser usados en mermeladas, vinos, jarabes y tés, sin embargo, su aprovechamiento debe hacerse en estado de madurez avanzado, debido a que en estado verde son tóxicos (Ferreira et al., 2020). En la actualidad, tanto los frutos como las hojas son empleados en la industria alimentaria como agentes para otorgar sabor y color a los productos (Liu et al., 2022).

Algunos estudios actuales están evaluando su potencial como suplemento alimenticio y para la fabricación de productos nutraceuticos y farmacológicos, debido a su contenido de calcio, magnesio y vitamina C y de compuestos bioactivos como ácidos orgánicos (málico, cítrico, tartárico, fumárico), esteroides, alcoholes, antocianinas, polifenoles y flavonoides (Ferreira et al., 2020; Liu et al., 2022; Ruiz et al., 2013), los cuales han demostrado tener efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades degenerativas, como las cardiovasculares e inflamatorias, el cáncer y la diabetes. Además, se ha observado que posee propiedades antiinflamatorias, inmunoestimulantes, quimiopreventivas, y que actúa como protector arterial (Harnett et al., 2020; Leyva-López et al., 2016; Tene et al., 2007).

Según manifiestan los productores, es muy común el uso de las flores y frutos en infusión para tratar resfriados, infecciones respiratorias, tos e inflamaciones.

Servicios reportados por los productores: Forraje (34,5 %), sombra (13,4 %), protección contra el viento (10,4 %), medicina humana y animal (10,4 %), protección de fuentes hídricas (8,2 %), belleza paisajística-ornamental (7,5 %), biodiversidad (6,7 %), materia orgánica (5,2 %), control de erosión (3 %) y maderable (0,7 %).



Figura 6. *Sambucus nigra*. a. Detalle de la inflorescencia (Guasca, 2020); b. Detalle de los frutos (Suesca, 2020).
Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 5. Información nutricional de *Sambucus nigra*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
23,93	21,41	3,47	9,78	40,39	24,25	4,91

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,45	5,77	17,67	6,35	21,39	36,94	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
68,95	4,19	3,02	2,46	1,50	5,51	75,00
n=27						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Sambucus peruviana

Autor: Kunth.

Nombres comunes: Tilo, sauco.

Sinónimos: *Sambucus nigra* subsp. *peruviana* (Kunth) Bolli.

Familia: Adoxaceae.

Origen: Nativa de América Central y América del Sur (Bartholomaeus et al., 1998).

Distribución geográfica: Costa Rica, Panamá, Colombia, Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador (Bartholomaeus et al., 1998).

Municipios: Carmen de Carupa, Cogua, Cota, Cucunubá, El Rosal, Facatativá, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Lenguaque, Madrid, Mosquera, Nemocón, Simijaca, Sopó, Subachoque, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Ubaté, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.530 y 3.120 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 2.000 y 3.000 m s. n. m.

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Leñosa que puede alcanzar hasta 8 m de altura, con un tronco de forma irregular y un DAP de hasta 80 cm. Las ramas se desarrollan desde la base, formando una copa redondeada que se extiende entre 7 y 14 m. Sus hojas de color verde claro o amarillento son compuestas, alternas y tienen bordes aserrados.

Las inflorescencias son racimos que miden entre 18 y 22 cm de longitud, con flores blancas de 5 mm de diámetro. Los frutos son bayas negras que contienen varias semillas en su interior (Arroyave et al., 2018; Bartholomaeus et al., 1998).

Esta especie de árbol tiene una distribución muy amplia y una población significativa. Actualmente no enfrenta amenazas importantes ni se han identificado riesgos futuros, por lo tanto, su estado de conservación se clasifica como de preocupación menor (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *S. peruviana* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (56,8 %), siempre han existido (34,1 %), fueron donados por un programa de fomento (6,8 %) o nacieron naturalmente (2,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (63,2 %), de forma dispersa (17,5 %), en arreglos silvopastoriles (10,5 %), en bancos de proteína (3,5 %), como parte de una reserva natural o bosque (3,5 %) o en huertas o frutales (1,8 %).

Usos: Es apreciada por sus flores atractivas, lo que la hace popular para cercas vivas y propósitos ornamentales. Además, se utiliza en proyectos de restauración ecológica y en la recuperación de suelos o áreas degradadas (Bartholomaeus et al., 1998). Gracias a la presencia de metabolitos activos, como saponinas, flavonoides y antocianinas, se emplea la infusión de sus hojas y flores para propósitos medicinales, como antirreumático, sudorífico, depurativo, antiséptico y desinflamatorio de la vejiga y la próstata. También se ha utilizado el cocimiento de sus hojas como antiséptico bucal y para aumentar la producción de leche en humanos (Ruiz et al., 2013).

En el trópico alto de Colombia, se ha estudiado la viabilidad de incluir esta planta en la dieta de rumiantes, ya sea como forraje fresco o conservado (Blanco et al., 2005). Para bovinos de leche, se ha demostrado que su uso como sustituto de hasta un 35 % de los concentrados comerciales puede resultar en un aumento de hasta un 14 % en los ingresos netos en estos sistemas de producción (Durana et al., 2022).

Servicios reportados por los productores: Forraje (41,3 %), sombra (12,5 %), belleza paisajística-ornamental (8,8 %), protección de fuentes hídricas (8,8 %), biodiversidad (7,5 %), protección contra el viento (7,5 %), medicina humana y animal (6,2 %), materia orgánica (3,8 %), símbolo cultural y religioso (2,4 %) y frutales o consumo humano (1,2 %).



Figura 7. *Sambucus peruviana*. a. Estructura de la planta; b. Detalle de la estructura de las hojas; c. Detalle de la inflorescencia; d. Uso como cerca viva (El Rosal, 2020).
Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 6. Información nutricional de *Sambucus peruviana*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
22,10	20,72	3,19	9,78	41,04	24,96	5,23

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,23	5,17	17,69	7,21	20,45	35,89	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
68,18	4,17	2,88	2,34	1,43	5,52	74,66
n=54						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Smallanthus pyramidalis

Autor: (Triana) H. Rob.

Nombres comunes: Colla, colla negra, arboloco, pauche, camargo.

Sinónimos: *Polymnia eurylepis* S. F. Blake, *Polymnia pyramidalis* Triana (Bernal et al., 2019).

Familia: Asteraceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Venezuela a Ecuador (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cogua, Guasca, Lenguazaque, Subachoque, Suesca, Tenjo, Tocancipá, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.550 y 3.010 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.700 y 3.500 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Este árbol se alza en posición erecta y se distingue por sus tallos fuertes, cilíndricos y huecos, con una sustancia esponjosa en su interior, y presentan nudos y entrenudos. Su ramificación se extiende desde aproximadamente 1 m del suelo, dando forma a una copa piramidal. Su altura varía entre 3 y 6 m. Las hojas son grandes, redondas en la base y ovadas en el extremo, con una textura ve-

llosa. Se agrupan al final de las ramas y presentan un color verde claro. Las inflorescencias son grandes panículas, ubicadas en el extremo de las ramas, compuestas por flores amarillas de 2 cm de diámetro, mientras que los frutos son cápsulas redondas de color marrón, con un diámetro de 2,5 cm y varias semillas en su interior (Bernal et al., 2019; Bartholomaeus et al., 1998; Díaz-Espinosa et al., 2012; JBB, 2023; Vitali & Barreto, 2014). Actualmente, en Colombia no se encuentra catalogada como especie en conservación (Bernal et al., 2019).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *S. pyramidalis* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %) o siempre han existido (50 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (46,7 %), de forma dispersa (33,3 %), como parte de una reserva natural o bosque (13,3 %) o en arreglos silvopastoriles (6,7 %).

Usos: Es un árbol común en la Sabana de Bogotá, que se puede encontrar en las riberas de fuentes hídricas para su protección. Históricamente, se cree que los indígenas lo sembraban alrededor de los cultivos para ayudar a mantener el suelo húmedo durante las sequías, contribuyendo a regularizar el suministro de agua. Además de este beneficio, este árbol funciona como una barrera contra vientos y ofrece sombra para especies de crecimiento lento, lo que lo hace una especie importante en la recuperación y mantenimiento de humedales (Bare & Ashton, 2016; Vitali & Barreto, 2014). Es ideal para reforestación y restauración de suelos, ya que sus hojas contienen metabolitos que contribuyen al equilibrio ambiental debido a su capacidad de atraer o repeler organismos (Belalcázar-López & Narváez-Arteaga, 2018; Guzmán & Barrera, 2011).

Especie con potencial uso en los sistemas de alimentación de bovinos y cuyes, por mantener su biomasa en épocas de escasez de pasturas, por su alto nivel de rusticidad y su valor nutritivo (Belalcázar-López & Narváez-Arteaga, 2018).

Los tallos son maderables y se usan en la construcción de paredes de bahareque. Las hojas se emplean para aliviar dolores reumáticos y neuralgias. Tiene importancia en la apicultura debido a que sus flores son melíferas (Bartholomaeus et al., 1998).

Servicios reportados por los productores: Forraje (16,7 %), sombra (16,7 %), protección de fuentes hídricas (16,7 %), biodiversidad (16,7 %), protección contra el viento (11 %), materia orgánica (11 %), control de erosión (5,6 %) y belleza paisajística-ornamental (5,6 %).

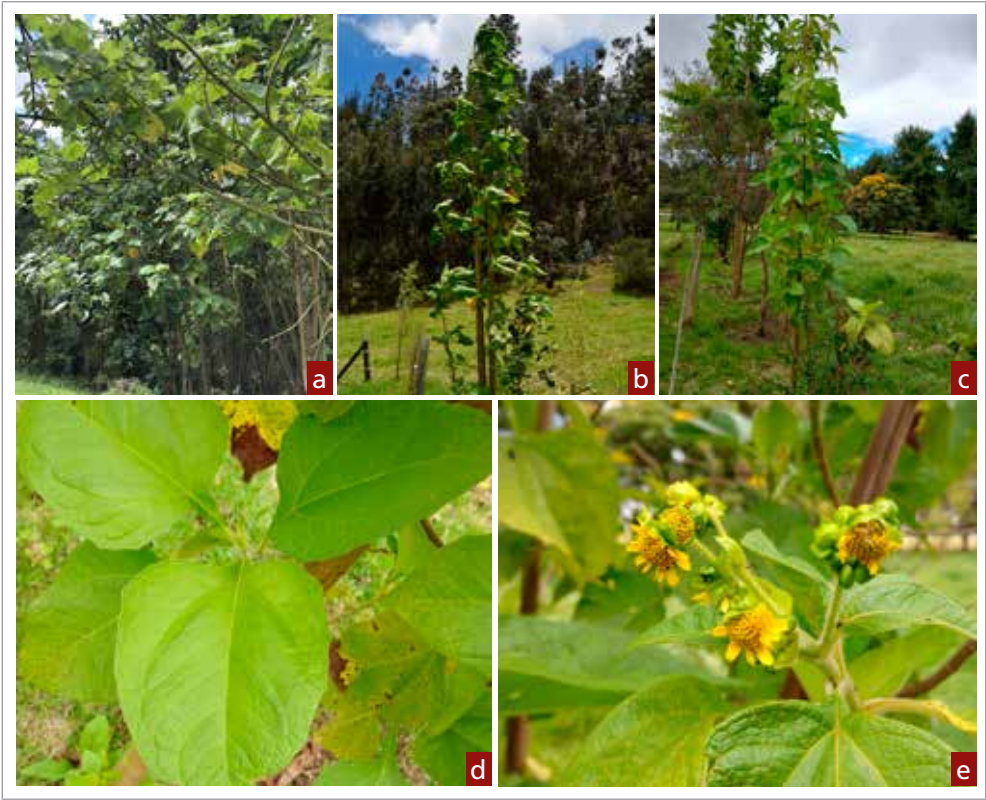


Figura 8. *Smallanthus pyramidalis*. a. Arboloco rodeado de flora nativa en un parche de bosque nativo conservado (Zipacón, 2020); b. Árbol disperso en potreros (Susa, 2021); c. Especie establecida como cerca viva (Tenjo, 2023); d. Detalle de la estructura de las hojas (Tenjo, 2023); e. Detalle de la estructura de las flores (Tenjo, 2023).

Fotos: Andrea Milena Sierra y Deisy Camargo

Tabla 7. Información nutricional de *Smallanthus pyramidalis*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
23,65	17,82	3,84	11,15	45,99	21,64	5,51

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
6,01	4,45	17,31	6,53	19,75	33,52	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
66,91	4,20	2,83	2,26	1,39	5,51	75,02
n=10						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Especies maderables

Dentro del servicio de aprovisionamiento, las especies maderables fueron identificadas por los productores como aquellas que son aprovechadas en producción de madera, ya sea para la construcción de estructuras, soportes y mobiliarios, o usadas como combustible (leña) (Caballero-López, 2019; Hessle et al., 2017; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

Estudios recientes han reportado múltiples beneficios potenciales para incrementar la diversidad de plantas en sistemas agroecológicos o protección de áreas de bosques. La combinación de especies forestales mejora la producción de madera, el almacenamiento de carbono debido a una mayor dinámica de nutrientes en el suelo y la fijación de nitrógeno (Isbell et al., 2017).

A continuación se presentan algunas de las especies que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han relacionado como árboles maderables, caracterizados por su rápido crecimiento, arquitectura y altura de la planta, densidad y volumen de la madera, supervivencia y longevidad.

Cedrela montana

Autor: Turcz.

Nombres comunes: Cedro de montaña, cedro de tierra fría, cedro andino, cedro cebollo, cedro clavel, cedro rosado, flor de palo, palosanto.

Sinónimos: *Cedrela bogotensis* Triana & Planch., *Cedrela subandina* Cuatrec. (Bernal et al., 2019).

Familia: Meliaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Venezuela a Perú (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cogua, El Rosal, Facatativá, Funza, Nemocón, Subachoque, Suesca, Tausa, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.620 y 2.650 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.350 y 3.000 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: El cedro es un árbol semicaducifolio que puede alcanzar 22 m de altura, con un DAP de 80 cm. La superficie de la corteza presenta grietas y la de las ramas lenticelas, que son formaciones con función respiratoria. Las hojas están dispuestas de manera alterna y se encuentran agrupadas en la punta de las ramas, formando una copa amplia y redondeada. Sus folíolos son lanceolados, con consistencia resistente y cierta flexibilidad y brillo; de forma similar, el cuerpo, de borde entero, tiene un haz de color verde lustroso y envés amarillento, y se caracteriza porque sus hojas recién desarrolladas son de color rojo oscuro. Los frutos son cápsulas leñosas de forma ovalada y alargada, de 5,5 a 6,5 cm de largo, que permanecen en el árbol hasta su madurez; luego se abren en 5 partes y liberan entre 20 y 40 semillas aplanadas de color marrón, que son diseminadas fácilmente por el viento. Presenta inflorescencias en racimos que se encuentran en la punta o cerca de la punta de las ramas, formadas por pequeñas flores de color crema verdoso con un leve olor a rancio y presencia de vellosidades (Toro-Murillo, 2012).

Se encuentra en bosques secos tropicales y bosques húmedos premontanos y tropicales. Crece bien en suelos sueltos, bien drenados y de textura franco a franco arenosa. El cedro tiene una tasa de crecimiento media y puede vivir más de 60 años. Prefiere suelos bien drenados y luz directa (Arroyave et al., 2014; Arroyave et al., 2018).

Esta especie está casi amenazada a nivel nacional debido a la explotación insostenible de la madera, la deforestación y la pérdida de hábitat (Bernal et al., 2019; Cárdenas & Salinas, 2007). A nivel global, se clasifica como una especie vulnerable según la UICN

(2021), sin embargo, se requieren investigaciones adicionales para comprender mejor la situación de la población.

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *C. montana* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %), siempre han existido (38,8 %), nacieron naturalmente (5,6 %) o fueron donados por un programa de fomento (5,6 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (47,8 %), de forma dispersa (26,1 %), en arreglos silvopastoriles (17,4 %) o como parte de una reserva natural o bosque (8,7 %).

Usos: Es una especie ampliamente cultivada para la producción de madera, que se considera entre las mejores del mundo por ser de alta durabilidad, liviana y de mediana dureza (densidad básica media de 0,42 g/cm³); tiene propiedades mecánicas bajas, es resistente a hongos e insectos, de color pardo rojizo intenso con un veteado pronunciado, produce un olor agradable y tiene un sabor amargo. Por tanto, es ideal para la fabricación de muebles finos, instrumentos musicales y artesanías, y también es empleada en la construcción para la fabricación de elementos estructurales y en carpintería de exterior.

Es utilizado en reforestación por ser un árbol que contribuye al control de la erosión, mejora la fertilidad del suelo y ayuda a recuperar terrenos degradados. Adicionalmente, es una especie apreciada por su contribución a la biodiversidad y la belleza paisajística, debido a que ofrece refugio a insectos que sirven de alimento para aves insectívoras y sus flores son una buena fuente de alimento para polinizadores como abejorros y colibríes (Gálvez López et al., 2020; Mendoza & Guerrero, 2010). Especie usada en cultivos de café para proporcionar sombra y en programas de arborización y forestería (Farfán-Valencia, 2012).

En algunos estudios se ha identificado actividad aleloquímica y fitotóxica de limonoides, triterpenoides y ácidos grasos, presentes en sus hojas, frutos y semillas, relacionados con efectos antipalúdicos y antiinflamatorios (De Leo et al., 2018; Nogueira et al., 2020) y una alta actividad insecticida y bactericida (Jiménez-Durán et al., 2021; Rojas-Hernández & Rodríguez-Uramis, 2008).

Servicios reportados por los productores: Maderable (19 %), sombra (18,8 %), protección contra el viento (14,3 %), biodiversidad (9,5 %), leña o carbón (4,8 %), forraje (4,8 %), medicina humana y animal (4,8 %), protección de fuentes hídricas (4,8 %),

materia orgánica (4,8 %), belleza paisajística-ornamental (4,8 %), símbolo cultural y religioso (4,8 %) y frutales o consumo humano (4,8 %).



Figura 9. *Cedrela montana*. a. Cedro en estado juvenil (Madrid, 2020); b. Detalle de la estructura de las hojas (Madrid, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 8. Información nutricional de *Cedrela montana*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
29,11	16,97	2,01	8,89	42,29	22,81	5,43

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,94	3,75	19,59	9,44	33,77	47,40	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
65,87	4,14	2,73	2,21	1,36	5,53	74,40
n=6						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Escallonia discolor

Autor: Vent.

Nombres comunes: Tíbar, rodamonte, tobo, sombrerito.

Sinónimos: *Escallonia hirta* Roem. & Schult., *Escallonia tubar* Humb., *Stereoxylon discolor* (Vent.) Poir. (Bernal et al., 2019).

Familia: Escalloniaceae.

Origen: Nativa-endémica, distribuida en la región Andina de Colombia, en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander y Santander (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cajicá, Cogua, El Rosal, Funza, Gachancipá, Subachoque, Suesca, Susa, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 2.980 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 2.100 y 3.300 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Árbol pequeño de 2 a 6 m de altura. Sus hojas son simples, de disposición alterna, con forma lanceolada y de diferentes tonalidades. En la punta de sus ramas se forman agrupaciones de flores llamadas panículas, de color verde claro y con superficie velluda, cuyas corolas son de color blanco. Sus frutos adoptan la forma de cápsulas (Bartholomaeus et al., 1998).

Esta especie es comúnmente hallada en lugares donde su hábitat ha sufrido degradación y destrucción como resultado de actividades agrícolas y ganaderas. A nivel mundial, se le considera una especie en riesgo cercano, ya que su área de distribución geográfica es limitada y su hábitat está en constante deterioro (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *E. discolor* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %), siempre han existido (40 %) o nacieron naturalmente (10 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (53,8 %), de forma dispersa (23,1 %) o como parte de una reserva natural o bosque (23,1 %).

Usos: Esta especie tiene un destacado potencial para ser empleada en la restauración ecológica de zonas que han sido intervenidas o degradadas. Su función radica en la capacidad de mitigar la erosión del suelo y en el mantenimiento a largo plazo de su estructura y fertilidad. Al ser una planta perenne, contribuye a la formación de materia orgánica en el suelo a medida que sus hojas y ramas se descomponen (Morales, 2018). Este proceso no solo enriquece el sustrato con nutrientes valiosos, sino que también mejora la textura del suelo, amplía la retención de agua y nutrientes, y fomenta la actividad microbiana beneficiosa (Corporación Autónoma Regional de Chivor [Corpochivor] et al., 2020).

Además de su función en el suelo, desempeña un papel vital en el equilibrio ecológico al proporcionar refugio y hábitat para insectos benéficos, aves y otros animales. Su importancia también radica en que sus flores atraen a polinizadores esenciales, como abejas y colibríes, contribuyendo así a la salud y diversidad de la fauna polinizadora (Morales, 2018).

Servicios reportados por los productores: Maderable (28,5 %), leña o carbón (14,3 %), forraje (14,3 %), protección de fuentes hídricas (14,3 %), sombra (14,3 %) y protección contra el viento (14,3 %).



Figura 10. *Escallonia discolor* establecida como cerca viva (Susa, 2021).

Foto: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 9. Información nutricional de *Escallonia discolor*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
36,85	11,11	3,07	6,20	39,09	22,50	4,37

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
2,90	4,01	31,64	15,91	44,89	66,73	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
61,29	4,12	2,53	2,02	1,25	5,54	74,15
n=9						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Eucalyptus globulus

Autor: Labill.

Nombres comunes: Eucalipto, ocal, ocalipto (JBB, 2023).

Variedades: *Eucalyptus globulus* subsp. *bicostata*, *Eucalyptus globulus* subsp. *globulus*, *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii*, *Eucalyptus globulus* subsp. *pseudoglobulus*.

Sinónimos: *Eucalyptus gigantea*, *Eucalyptus glauca*, *Eucalyptus perfoliata*, *Eucalyptus pulverulenta*, *Eucalyptus maidenii*.

Familia: Myrtaceae.

Origen: Introducida. Especie nativa de Australia y Tasmania (JBB, 2023).

Distribución geográfica: Cultivada en España, Portugal, California (EE. UU.), India, Marruecos, Venezuela, Ecuador, Perú, Colombia y Bolivia. En Colombia se encuentra en Cundinamarca (Sabana de Bogotá), Boyacá, Antioquia y Caldas. Crece en bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y bosque seco montano (bs-MB).

Municipios: Bojacá, Carmen de Carupa, Cogua, Cucunubá, El Rosal, Facatativá, Funza, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Madrid, Mosquera, Nemocón, Simijaca, Sopó, Subachoque, Suesca, Sutatausa, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Ubalá, Ubaté, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.530 y 3.100 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 1.500 y 3.300 m s. n. m.

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Generalmente tiene una altura entre 30 y 55 m, aunque puede alcanzar hasta 100 m y un DAP de 2,5 m. El sistema radicular crece profundamente gracias a una raíz principal fuerte que puede llegar hasta 10 m de profundidad. El tronco es recto y cilíndrico, con una corteza externa de color café grisáceo y una corteza interna lisa de color café claro. La copa de la planta tiene una forma ovalada y su follaje es poco denso.

Las hojas de esta planta tienen una forma alargada y puntiaguda, de color verde azulado y consistencia resistente con cierta flexibilidad y brillo, similar el cuero. Cuando son jóvenes crecen en posiciones opuestas, pero a medida que la planta madura, se disponen de manera alterna en el tallo.

Las flores de esta planta son blancas y amarillas, con un diámetro de aproximadamente 4 cm. Los frutos son como cápsulas blancas similares a un trompo que se abren en el extremo y contienen varias semillas (Bartholomaeus et al., 1998).

Esta especie de árbol tiene una distribución muy amplia, una gran población, actualmente no está experimentando ninguna amenaza importante y no se han identificado amenazas futuras significativas. Por lo tanto, esta especie se evalúa como de preocupación menor (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *E. globulus* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (54 %), siempre han existido (34,2 %), nacieron naturalmente (7,9 %) o fueron donados por un programa de fomento (3,9 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (57,3 %), de forma dispersa (23,2 %), en arreglos silvopastoriles (11 %) o como parte de una reserva natural o bosque (8,5 %).

Usos: Especie ampliamente cultivada por su rápido crecimiento, tamaño y madera que, aunque no es de la mejor calidad (densidad básica de 0,55 g/cm³) y se raja con facilidad, es empleada para carpintería de obra civil, construcción naval, carrocerías, postes de cerca, minería y carretería, muebles, producción de papel y como leña (Escobar et al., 1993; Visscher et al., 2020).

El aceite esencial o la infusión de sus hojas se ha usado medicinalmente por sus contenidos de eucaliptol (Deuri et al., 2020; Rodas Peláez, 2003; Sharmeen et al., 2021), el cual tiene propiedades estimulantes, antisépticas, expectorantes, hipoglucémicas, antirreumáticas, antiespasmódicas, bactericidas y estimulantes del apetito; es comúnmente usado para el tratamiento de catarrros y fiebres (Almas et al., 2021; Boukhatem et al., 2020; Elangovan & Mudgil, 2023). La resina de la corteza es un potente astringente por su contenido de taninos y se usa para el tratamiento de diarrea e inflamaciones de vejiga. Es usada también en la aromaterapia y para la fabricación de desodorantes, perfumes y confitería. Debe consumirse con precaución y no rebasar las dosis moderadas, porque puede causar gastroenteritis, hematuria y dificultades respiratorias.

Los eucaliptos son reconocidos por ser soporte de la fauna silvestre, ya que sus flores melíferas producen abundante néctar, alimento de insectos y de aves (Alarcón et al., 2022; Padilla Báez et al., 2021).

Los monocultivos de eucalipto causan diferentes efectos adversos en el ecosistema, pues se caracterizan por resecar el suelo, por tener un crecimiento rápido y agresivo y por la presencia de aceites esenciales esterilizantes (eucaliptol), que impiden la regeneración natural de especies nativas. Sin embargo, las plantaciones de esta especie han evitado la tala de bosques nativos, ya que proveen de madera y leña de rápido crecimiento a las poblaciones humanas (Castro-Díez et al., 2021).

Servicios reportados por los productores: Maderable (24,6%), sombra (19%), leña o carbón (15,9%), protección contra el viento (13,5%), medicina humana y animal (7,9%), belleza paisajística-ornamental (4,7%), biodiversidad (4%), materia orgánica (4%), protección de fuentes hídricas (4%), control de la erosión (1,6%) y forraje (0,8%).



Figura 11. *Eucalyptus globulus*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Uso como cerca viva (Mosquera, 2021).

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 10. Información nutricional de *Eucalyptus globulus*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
44,63	9,48	4,23	6,55	34,19	22,92	4,36

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,62	1,71	38,87	16,95	55,46	77,39	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
59,86	4,20	2,52	1,97	1,22	5,50	75,13
n=34						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Pinus patula

Autor: Schltdl. & Cham.

Nombres comunes: Pino pátula, pino espátula, pino barbas de chivo, pino candela-bro, chiroso (JBB, 2023).

Sinónimos: *Pinus longipedunculata* (Loock ex Martínez) Businský (Bernal et al., 2019).

Familia: Pinaceae.

Origen: Introducida. Especie nativa de zonas subtropicales de México, suroeste de Estados Unidos y Nicaragua (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Cultivada en zonas tropicales y templadas del mundo (Bernal et al., 2019).

Municipios: Carmen de Carupa, El Rosal, Fúquene, San Francisco, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.550 y 3.200. En Colombia se encuentra entre 2.000 y 3.000 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Especie monoica con dimensiones variables, de árboles longevos que pueden llegar a medir hasta 40 m de altura y con un DAP de 1,2 m. Su tronco es recto y cilíndrico, a veces sin ramas hasta 15 m de altura. La corteza es escamosa y rojiza en árboles jóvenes, pero se vuelve fisurada y de color café oscuro grisáceo a medida que madura. Las ramas largas y caídas conforman una copa redondeada a piramidal. Sus hojas, en forma de agujas de 20 cm de largo, son de color verde brillante y presentan bordes aserrados, dispuestas en grupos de 3 o 5.

Las inflorescencias masculinas son amentos verdes cuando son jóvenes, que se tornan amarillos o anaranjados al madurar, con hasta 1 cm de diámetro, están agrupadas alrededor de los nuevos brotes y emergen junto con las hojas. Las inflorescencias femeninas son de color púrpura, principalmente laterales, pedunculadas, solitarias o en pequeños racimos de hasta ocho escamas. Los frutos son conos encorvados de

unos 5 cm de diámetro, similares a piñas, duros y persistentes en el árbol, generalmente agrupados de 3 a 7, con semillas aladas de color marrón (Bartholomaeus et al., 1998; Díaz-Espinosa et al., 2012; Escobar et al., 1993; Montes-Salazar et al., 2022).

Esta especie provoca diferentes efectos adversos en el ecosistema, como la reducción en el reciclado de nutrientes y en la fertilidad del suelo. Su alta demanda de agua durante el crecimiento, la producción de hojarasca abundante y ácida que forma colchones en el suelo, y la exudación de resina por las raíces dificultan la retención de agua en el suelo, lo que conlleva a resequedad, acidificación, pérdida de la biota del suelo y baja disponibilidad de minerales y materia orgánica, limitando la regeneración natural de especies nativas (Bartholomaeus et al., 1998; Bernal et al., 2019; Díaz-Espinosa et al., 2012; JBB, 2023; Peláez et al., 2020).

En Colombia ha sido altamente cultivada en zonas de subpáramo, bosque altoandino y zonas cercanas a cuerpos de agua con fines maderables, y se considera una especie invasora debido a su rápido crecimiento y fácil establecimiento (Bartholomaeus et al., 1998; Bernal et al., 2019; Díaz-Espinosa et al., 2012; Escobar et al., 1993; Gutiérrez et al., 2022; JBB, 2023; Moncada et al., 2016; Montes-Salazar et al., 2022; Peláez et al., 2020; Ramírez-Correa et al., 2007; Rodas-Peláez et al., 2011; UICN, 2021).

Además, fomenta el aumento en la intensidad y la frecuencia de los incendios debido a su afinidad con el fuego (Gutiérrez et al., 2022). Actualmente no se enfrenta a amenazas significativas y se evalúa como de preocupación menor (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *P. patula* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (75 %) o siempre han existido (25 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (66,6 %), de forma dispersa (16,7 %) y como parte de una reserva natural o bosque (16,7 %).

Usos: Esta especie de pino se destaca por su relevancia en la producción de madera debido a su rápido crecimiento y tronco largo, recto y en buena parte libre de ramas. La madera, de baja densidad (0,43 g/cm³), es fácil de trabajar, emana un agradable olor a resina al ser aserrada, su color es ligeramente amarillento y se seca fácilmente al aire libre o de forma artificial (Rodas-Peláez et al., 2011). No obstante, su durabilidad es limitada debido a su susceptibilidad al ataque de insectos y hongos (mancha azul), lo que la hace menos adecuada para la fabricación de muebles y herramientas de alta calidad. Aproximadamente de un 12 a un 20 % de su volumen total de

producción se destina a la industria maderera, principalmente para pisos, revestimientos, cielorrasos, tableros contrachapados, aglomerados, entre otros usos como interiores de muebles, postes inmunizados y pulpa para papel (Escobar et al., 1993; Rodas-Peláez et al., 2011). Los residuos de la industria maderera y su corteza pueden ser usados como materia prima alternativa para la producción de etanol y furfural (Moncada et al., 2016).

En años recientes, ha sido apreciada también como especie ornamental debido a su atractivo follaje y resistencia. Su presencia, en bajas densidades, ayuda a controlar la erosión, pero en densidades mayores puede tener efectos negativos sobre la calidad del suelo y su contenido de materia orgánica, ya que la gran cantidad de hojarasca que produce y su lenta liberación de elementos como C, N, Fe y Mg pueden limitar la circulación de nutrientes en el suelo y afectar la vida microbiana (Cabezas Gutiérrez et al., 2008; Ramírez-Correa et al., 2007).

Investigaciones han evaluado el potencial de transformación de sus astillas y residuos de la industria maderera en carbón vegetal para usarse en enmiendas de suelos ácidos e incrementar la biodisponibilidad de nutrientes como Fe y P (Gutiérrez et al., 2022).

Las hojas y ramas de esta especie son ricas en aceites esenciales que contienen componentes como α -pineno, β -pineno, δ -3-careno, α -terpineol, terpineno-4-ol, longifoleno, cariofileno, α -humuleno, canfeno y limoneno, los cuales poseen un efecto inhibidor de la α -glucosidasa y han sido considerados para el control de la diabetes mellitus tipo 2 (Maurya et al., 2022).

Servicios reportados por los productores: Maderable (22,3 %), sombra (22,2 %), protección contra el viento (22,2 %), materia orgánica (11,1 %), belleza paisajística-ornamental (11,1 %) y biodiversidad (11,1 %).



Figura 12. *Pinus patula*. a. Estructura de la planta (Tenjo, 2023); b. Estructura de las ramas (Tocancipá, 2020); c. Detalle de estructura de las hojas (Tenjo, 2023); d. y e. Estructura del fruto (Tenjo, 2023).

Fotos: Andrea Milena Sierra y Deisy Camargo

Tabla 11. Información nutricional de *Pinus patula*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
39,68	7,48	4,38	5,92	42,97	28,01	4,78

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,46	1,93	19,25	10,88	35,10	50,73	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
56,66	4,10	2,32	1,84	1,15	5,55	73,82
n=7						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Especies frutales o de consumo humano

Dentro de los servicios de aprovisionamiento, las especies frutales proporcionan un material tangible con beneficio directo para las personas, ya que proporcionan un sustento y tienen un valor monetario (Villarreyna et al., 2020). Las especies reportadas en este documento fueron aquellas que, en los diferentes paisajes ganaderos, se encontraban dentro de huertas o como cercas vivas en los linderos de las fincas. En la medida en que las cercas vivas son más diversas en su estructura y especies, ofrecen beneficios adicionales en términos de embellecimiento de la finca y biodiversidad, puesto que aportan recursos para la avifauna y los organismos polinizadores u organismos controladores de plagas dentro de los sistemas ganaderos.

A continuación se presentan algunas de las especies que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han relacionado como frutales o de consumo humano.

Acca sellowiana

Autor: (O. Berg) Burret.

Nombres comunes: Feijoa, freijoa, fraijoa, guayaba feijoa.

Sinónimos: *Feijoa sellowiana* (O. Berg) O. Berg (Bernal et al., 2019).

Familia: Myrtaceae.

Origen: Introducida. Especie nativa de las tierras altas del norte de Uruguay y sur de Brasil (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Cultivada en trópicos y subtrópicos (Bernal et al., 2019).

Municipios: El Rosal, Guachetá, Guasca, Nemocón, Simijaca, Sutatausa, Tabio, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.580 y 2.670 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.500 y 2.900 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Especie monoica que puede alcanzar hasta 5 m de altura y un DAP de 20 cm. Su corteza es de color gris pálido y puede ser áspera o algo escamosa. Su ramificación comienza cerca del suelo, formando una copa redondeada. Las hojas son simples, opuestas y elípticas, de color verde oscuro brillante en el haz y de tono blanquecino en el envés. Las flores son hermafroditas, con cuatro pétalos redondeados y profundamente recurvados, con una superficie cerosa en el exterior y tonos rojizos en el interior. Sus frutos son bayas verdes con pulpa blanquecina y varias semillas, poseen un aroma agradable y sabor agridulce (Bartholomaeus et al., 1998).

La temperatura ideal para su cultivo es de 13 a 21 °C. Las temperaturas extremas (<0 °C o > 32 °C), la sequedad excesiva del aire y la baja luminosidad pueden afectar tanto el tamaño de la planta como el desarrollo de sus flores y frutos. Actualmente, la mayor parte de su producción se concentra en Colombia y Nueva Zelanda. Es importante destacar que esta especie muestra una tasa de crecimiento lento y una esperanza de vida que varía entre 36 y 60 años (Arroyave et al., 2014; Fischer et al., 2020; Fischer & Parra-Coronado, 2020).

La especie *A. sellowiana* tiene una distribución muy amplia, una gran población y no enfrenta ninguna amenaza importante o futura, por lo tanto, se evalúa como de preocupación menor (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *A. sellowiana* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %) o siempre han existido (50 %). Los árboles están dispuestos en los predios en huertas o frutales (60 %) y formando cercas vivas (40 %).

Usos: Los frutos de esta especie son comestibles y poseen un alto contenido de vitamina C, vitamina E, polifenoles y actividad antioxidante. Son utilizados en la preparación de bebidas, jaleas, helados y mermeladas, contribuyendo a la dieta con sus propiedades nutricionales y su sabor característico (Fischer & Parra-Coronado, 2020).

Además de su valor culinario, esta especie se emplea en tratamientos dermatológicos, digestivos y cardiovasculares, aprovechando sus propiedades medicinales. Su

cultivo abarca dos enfoques principales: por un lado, plantaciones comerciales destinadas a la producción de frutos para su posterior aprovechamiento y, por otro lado, su uso ornamental, ya que las hojas contrastantes y las flores llamativas la hacen atractiva en entornos de jardinería.

En Colombia, se ha observado que las producciones más significativas y con frutos de mayor tamaño se logran gracias a la polinización realizada por la mirla negra (*Turdus fuscater*) (Fischer et al., 2020). Es interesante destacar que cada árbol puede generar entre 30 y 40 kg de fruta, lo que demuestra su potencial productivo y valor económico (Fischer et al., 2020; Fischer & Parra-Coronado, 2020; Perea et al., 2010; Vatrano et al., 2022).

Servicios reportados por los productores: Frutales o consumo humano (50 %), belleza paisajística-ornamental (25 %) y biodiversidad (25 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal y flores melíferas.



Figura 13. *Acca sellowiana*. a. y b. Detalle de la estructura de las hojas (Guasca, 2020); c. Detalle de la inflorescencia (Mosquera, 2023); d. Detalle del fruto (Mosquera, 2023).

Fotos: Andrea Milena Sierra y Deisy Camargo

Tabla 12. Información nutricional de *Acca sellowiana*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)		(% MS)				
49,80	8,20	2,22	6,97	49,34	27,00	5,90

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,59	4,90	34,87	15,37	40,33	62,34	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
57,55	4,05	2,33	1,87	1,17	5,57	73,30
n=7						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Prunus persica

Autor: (L.) Batsch.

Nombres comunes: Durazno, durazno melocotón, durazno camueso, melocotón.

Sinónimos: *Amygdalus persica* L. (Bernal et al., 2019).

Familia: Rosaceae.

Origen: Introducida. Especie nativa de Afganistán, China e Irán (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Cultivada en trópicos, sin entrar en dormancia profunda (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cogua, Cota, Madrid, Simijaca, Suesca, Tocancipá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.590 y 2.590 m s. n. m. En Colombia es cultivada entre 1.500 y 2.800 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Es un árbol de tamaño pequeño, caducifolio, que alcanza una altura de 6 a 8 metros. Su corteza es lisa y su copa tiene una forma redondeada. Las hojas son simples y lanceoladas, miden entre 7 y 15 cm de longitud, con un ancho de 2 a 3,5 cm y bordes finamente aserrados. Las flores suelen ser solitarias, presentando tonos rosados o rojos, y aparecen antes que las hojas. Su fruto succulento es de forma globosa y textura aterciopelada, contiene una sola semilla en su interior, la cual es tóxica debido a la presencia, aunque en cantidades mínimas, de un precursor del cianuro (Hernando et al., 2014).

En Colombia, este árbol frutal ha cobrado gran relevancia en las regiones de trópico alto, donde ha demostrado un buen proceso de adaptación, lo que ha permitido la instauración de sistemas de producción continua o cíclica. Sus cultivos en Colombia se ubican en áreas con temperaturas promedio que oscilan entre 13 y 19 °C y con un promedio anual de 1.400 horas de luz solar. Para lograr una cosecha anual satisfactoria, se requieren alrededor de 700 a 800 mm de precipitación; no obstante, para obtener dos cosechas en un año, se demandan entre 1.400 y 1.600 mm (Hernando et al., 2014; Rojas, 2017). Actualmente no se ha realizado una evaluación del estado de conservación de esta especie (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *P. persica* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (85,7 %) o siempre han existido (14,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios en huertas o frutales (70 %), de forma dispersa (20 %) y formando cercas vivas (10 %).

Usos: El fruto de este árbol tiene un uso frecuente en la agroindustria alimentaria, donde se utiliza para crear una variedad de productos como conservas, pulpa, néctar, mermelada y alimentos deshidratados. Además, en el ámbito de la industria cosmética, se aprovecha el extracto del fruto debido a sus propiedades hidratantes. Asimismo, el extracto o polvo derivado de las semillas se emplea con fines abrasivos (Infante-Betancour et al., 2008).

Servicios reportados por los productores: Frutales o consumo humano (85,7 %) y biodiversidad (14,3 %).



Figura 14. *Prunus persica*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Detalle de la estructura de las flores (Cogua, 2020).
Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 13. Información nutricional de *Prunus persica*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
40,91	19,52	3,72	8,06	44,80	25,24	4,86

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,16	6,45	13,06	8,57	27,64	44,94	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
67,13	4,18	2,81	2,26	1,39	5,51	74,84
n=1						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Prunus serotina

Autor: Ehrh.

Nombres comunes: Cerezo, cereza, capulí.

Sinónimos: *Prunus capuli* Spreng., *Prunus serotina* var. *Salicifolia* (Kunth) Koehne (Bernal et al., 2019).

Familia: Rosaceae.

Origen: Naturalizada. Especie nativa de América del Norte y Central (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: La especie se introdujo en la Columbia Británica, Canadá y gran parte de América del Sur, donde se ha naturalizado. También se ha introducido en Europa, donde se considera invasora (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cajicá, Carmen de Carupa, Cogua, Funza, Guachetá, Nemocón, Simijaca, Susa, Tabio, Tocancipá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.538 y 3.020 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.700 y 3.500 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol caducifolio de hasta 20 m de altura y un DAP de hasta 40 cm. Su copa es de forma ovalada con follaje poco denso. Sus flores son hermafroditas, pequeñas y de color blanco, dispuestas en racimos colgantes de 10 a 15 cm de

largo en las axilas de las hojas. El fruto es una drupa globosa de aproximadamente 1 cm de diámetro, de color negro rojizo en la madurez (Bartholomaeus et al., 1998; Bernal et al., 2019; Díaz-Espinosa et al., 2012; JBB, 2023). Este tipo de árbol tiende a crecer rápidamente y puede vivir entre 35 y 60 años.

Requiere suelos con un pH mínimo de 5,6 a 6,0. La exposición solar directa es esencial y muestra una alta tolerancia a la sequía. No obstante, su resistencia se ve disminuida cuando las temperaturas caen por debajo de -3°C en forma de heladas (Borja, 2017).

Este árbol tiene una distribución extensa y una población considerable. En el momento actual no enfrenta amenazas significativas y tampoco se han identificado riesgos importantes para el futuro. Por ende, se clasifica como una especie de preocupación menor (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *P. serotina* se encuentran en el predio porque siempre han existido (57,1 %) o fueron plantados por el productor (42,9 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (71,4 %), en huertas o frutales (14,3 %) o como parte de una reserva natural o bosque (14,3 %).

Usos: Los frutos son consumidos tanto por seres humanos como por las aves, y contienen diversos compuestos antioxidantes como antocianinas, vitamina C y ácido elágico, que pueden ser benéficos para la salud (Quispe, 2021). La fruta ha sido aprovechada en la industria para la fabricación de vinos, mermeladas y gelatinas, y especialmente para aportar sabor al ron y al brandy (Hassan et al., 2022).

Esta especie produce flores ricas en néctar y polen, lo que atrae a abejas y otros polinizadores. Su madera, de tonalidad marrón rojizo, es de grano cerrado y alta dureza, convirtiéndola en un material altamente apreciado en América del Norte para la confección de gabinetes, muebles, revestimientos, chapas, artesanías, juguetes e instrumentos científicos. Además, la raíz se emplea en la elaboración de pipas y objetos artesanales. Las hojas pueden ser usadas en infusión con propiedades diuréticas y expectorantes, mientras que la corteza se destaca por su cualidad astringente. De sus semillas se extrae un tipo de aceite utilizado en la industria cosmética (Infante-Betancour et al., 2008).

Dado el escaso espesor de su follaje, esta especie favorece el crecimiento de vegetación rastrera. También se ha utilizado en la rehabilitación de zonas mineras a cielo

abierto (Rojas, 2017). Se ha reportado que sus semillas y hojas tiernas pueden llegar a ser tóxicas para el ganado (Hassan et al., 2022; Quispe, 2021).

Servicios reportados por los productores: Frutales o consumo humano (20 %), belleza paisajística-ornamental (20 %), forraje (20 %), protección de fuentes hídricas (20 %) y protección contra el viento (20 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Maderable, leña o carbón, medicina humana y animal, flores melíferas, restauración del suelo, control de erosión y biodiversidad.



Figura 15. *Prunus serotina*. a. y b. Detalle de la estructura de las hojas (Cajicá, 2020); c. Detalle de la estructura de hojas jóvenes (Mosquera, 2023); d. Detalle del tronco joven (Mosquera, 2023); e. Detalle de la inflorescencia (Mosquera, 2023); f. Detalle del fruto (Mosquera, 2023).

Fotos: Andrea Milena Sierra y Diana Parra

Tabla 14. Información nutricional de *Prunus serotina*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
39,98	17,31	3,60	7,62	41,33	23,32	4,66

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,37	5,24	20,86	10,20	28,04	44,49	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
65,97	4,18	2,78	2,24	1,37	5,51	74,84
n=11						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Servicios agroecosistémicos de regulación y mantenimiento

Los servicios agroecosistémicos de regulación y mantenimiento son esenciales para promover la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas agropecuarios, reducir la dependencia de insumos externos y mejorar la salud de los ecosistemas agrícolas. Estos servicios incluyen la regulación climática global y local, la estabilización del suelo, el control biológico de hierbas indeseables, plagas y enfermedades, la purificación y regulación del agua, el ciclado de nutrientes y la polinización (Arcos-Severo et al., 2020; Marinidou et al., 2019; Nieto-Romero et al., 2014).

Asignar un valor monetario preciso a estos servicios es un desafío debido a su naturaleza difícil de cuantificar y comercializar. No obstante, se han desarrollado distintas metodologías y enfoques en constante evolución para estimar su valor (Arcos-Severo et al., 2020; Augstburger et al., 2018; Hessle et al., 2017).

Especies para sombra

La sombra proporcionada por los árboles y arbustos ofrece una serie de beneficios para los sistemas agropecuarios. Estos incluyen la regulación de la temperatura y protección contra la radiación solar intensa (Caballero-López, 2019; Zabala et al., 2021), lo que reduce la evaporación del agua del suelo y contribuye a la conservación de su humedad. El microclima creado en áreas sombreadas propicia la presencia de organismos beneficiosos, como polinizadores e insectos depredadores de plagas. Además, genera un entorno más agradable y cómodo para los trabajadores agropecuarios y los animales de granja, mejorando su bienestar y productividad.

A continuación se presentan algunas de las especies que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han asociado con el servicio de sombra.

Baccharis macrantha

Autor: Kunth.

Nombres comunes: Ciro, cirro, chilco (JBB, 2023).

Sinónimos: *Baccharis cundinamarcensis* Cuatrec., *Baccharis macrantha* subsp. *caucaensis* Cuatrec., *Baccharis ustulata* Benth. (Bernal et al., 2019).

Familia: Asteraceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: En Colombia se encuentra distribuida en las cordilleras Central y Oriental (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cogua, Cucunubá, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Lenguazaque, Sopó, Subachoque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tenjo, Tocancipá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.550 y 2.930 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.700 y 4.100 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Esta especie se caracteriza por presentar hojas con forma obovado-lanceolada, las cuales se agrupan en una copa amplia que ofrece un follaje denso. Su hábitat abarca zonas de bosque húmedo y seco montano bajo, y su presencia es notable en todos los páramos de Colombia, siendo más común en altitudes superiores a 3.400 m s. n. m. Actualmente su estado de conservación aún no ha sido evaluado en detalle (Arroyave et al., 2014; Arroyave et al., 2018; Bernal et al., 2019; Cárdenas & Salinas, 2007; Lamb, 1968; Rojas-Hernández & Rodríguez-Uramis, 2008; UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *B. macrantha* se encuentran en el predio porque nacieron naturalmente (50 %) o fueron plantados por el productor (50 %). Los árboles presentes en los predios hacen parte de una reserva natural o bosque (100 %).

Usos: Se ha reportado su uso como planta con propiedades antiinflamatorias. En la literatura científica se han documentado sus efectos antioxidantes y antiinflamatorios, así como su capacidad para inhibir el daño oxidativo de los lípidos debido a sus contenidos de flavonoides y polifenoles (Rosero et al., 2022; Santacruz, 2015).

Esta especie tiene un rol importante dentro de los procesos de restauración ecológica, gracias a que presenta un rápido crecimiento, altas tasas de recambio foliar, buena germinación y viabilidad de las semillas (Bare & Ashton, 2016). A esto se suma su capacidad de asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos formadores de micorrizas, lo que le otorga la habilidad de colonizar ambientes impactados y suelos empobrecidos. Asimismo, se le reconoce su capacidad para sobrevivir en suelos poco profundos, erosionados y de baja calidad, así como en suelos más duros y arcillosos.

Por su atractiva belleza floral, se cultiva en parques y jardines con fines ornamentales.

Servicios reportados por los productores: Sombra (100 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Restauración del suelo, control de erosión, belleza paisajística-ornamental y biodiversidad.



Figura 16. *Baccharis macrantha*. a. Estructura de la planta; b. Detalle de la estructura de las hojas (Subachoque, 2020).
Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 15. Información nutricional de *Baccharis macrantha*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
34,06	10,86	3,28	8,07	40,36	25,01	6,17

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,50	5,03	18,23	7,44	31,47	51,90	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,30	4,13	2,49	1,98	1,23	5,53	74,21
n=17						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Croton mutisianus

Autor: Kunth.

Nombres comunes: Sangregado, grado, grago, drago, grao, guacamayo, croto (JBB, 2023).

Sinónimos: Croton magdalenensis Müll. Arg., Croton policarpo Benth., Oxydectes magdalenensis (Müll. Arg.) Kuntze, Oxydectes mutisiana (Kunth) Kuntze, Oxydectes polycarpa (Benth.) Kuntze (Bernal et al., 2019).

Familia: Euphorbiaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Colombia a Ecuador (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cucunubá, El Rosal, Funza, Gachancipá, Guachetá, San Francisco, Subachoque, Susa, Ubalá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 2.721 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.080 y 2.900 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol perenne, semicaducifolio de hasta 20 m de altura, DAP de 40 cm y amplitud de copa media de 7 a 14 m con follaje de media densidad. Presencia de vellosidades amarillas en hojas y ramas. Las hojas miden 20 cm de largo por 12 de cm de ancho, son de forma alargada y puntiaguda de borde liso, consis-

cia recia, aunque con cierta flexibilidad, similar al cuero y con unas pequeñas estructuras en la base de las hojas llamadas estípulas. Sus flores son verdes y pequeñas, y su fruto color naranja con pequeñas vellosidades y semillas aromáticas (Bartholomaeus et al., 1998). Tiene una tasa de crecimiento rápida y longevidad baja, de 0 a 35 años (Arroyave et al., 2018).

Esta especie de árbol tiene una amplia distribución y una población abundante. Actualmente no enfrenta amenazas importantes y no se han identificado riesgos significativos para el futuro. Debido a esta situación favorable, se considera que la especie está en una categoría de preocupación menor en términos de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *C. mutisianus* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %), siempre han existido (25 %) o nacieron naturalmente (25 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (100 %).

Usos: Su madera es empleada en ebanistería, cajas para empaques, leña y carbón. Tiene usos ornamentales, de restauración ecológica, recuperación de suelos o áreas degradadas y como cerca viva (Corpochivir et al., 2020). Se ha reportado como una de las especies más consumidas por monos aulladores, y es también su sitio de descanso (Bustamante-Manrique et al., 2021; Rivillas Carmona & Jiménez Guevara, 2022). Es usado en la medicina tradicional para tratar la gastritis, curación de heridas, inflamación y desinfección interna y externa (Tene et al., 2007).

Servicios reportados por los productores: Sombra (100 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Maderable, leña o carbón, restauración del suelo, control de erosión, belleza paisajística-ornamental y biodiversidad.



Figura 17. Detalle de la estructura de las hojas de *Croton mutisianus* (Funza, 2020).
Foto: Andrea Milena Sierra

Tabla 16. Información nutricional de *Croton mutisianus*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
29,30	19,08	2,65	10,02	45,65	24,35	5,40

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
7,58	6,00	15,11	5,78	17,74	28,63	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
67,06	4,14	2,76	2,25	1,38	5,53	74,33
n=10						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Dodonaea viscosa

Autor: (L.) Jacq.

Nombres comunes: Hayuelo, chamano, ayuyo, jayo.

Sinónimos: *Dodonaea ehrenbergii* Schltdl (Bernal et al., 2019).

Familia: Sapindaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Distribuido desde el sur de Estados Unidos hasta el sur de Sudamérica (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cota, Cucunubá, El Rosal, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Lenguazaque, Subachoque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tenjo, Zipacón.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.566 y 2.830 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 250 y 3.900 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Arbusto dioico que puede medir entre 1 y 3 m de altura, pero en algunos casos puede llegar hasta 7 m. Tiene muchas ramas que nacen desde la base, y su copa tiene una forma ovalada o de sombrilla con una amplitud estrecha. Las hojas son simples, variables en forma y tamaño, algunas son lanceoladas, otras lineales u oblongas, sin vellosidades y de borde ondulado. Los peciolo son cortos o están ausentes, y son las estructuras que unen las hojas al tallo. Tanto las ramas

como las hojas segregan una resina viscosa que les da un aspecto resistente y brillante. Las flores no tienen pétalos, están formadas por cuatro sépalos de color amarillo pálido de un diámetro de aproximadamente 8 mm y se agrupan en panículas. Los frutos son cápsulas que miden unos 2 cm de ancho, con 2 a 3 alas rojizas que se abren cuando maduran y liberan 1 a 2 semillas negras de cada ala (Bartholomaeus et al., 1998). No se ha evaluado su estado de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *D. viscosa* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (75 %) o siempre han existido (25 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (50 %), de forma dispersa (25 %) o como parte de una reserva natural o bosque (25 %).

Usos: La madera es extremadamente dura y duradera, aunque difícil de secar debido a sus grietas; es adecuada para la fabricación de mangos de herramientas, bastones, tornería y grabado, y usada en construcciones rústicas tipo bahareque, como leña y carbón vegetal. También es útil como tutor para cultivos hortícolas. Se recomienda en el control de la erosión, como cortina rompeviento y para reforestar terrenos deteriorados, ya que crece muy bien sobre suelos erosionados o perturbados (de intenso pastoreo o deforestados) (Hossain, 2019).

Es una planta usada para tratar diversos trastornos de salud; ha sido empleada como hemostático, estimulante para la lactancia y como remedio contra las enfermedades del sistema digestivo, y la infusión de sus hojas es bebida para tratar inflamaciones internas. Diversos reportes han evidenciado actividad antibacteriana, antiviral, antifúngica debido a la presencia de flavonoides, ácido hautriwaico y kaempferol; actividad antiplasmodial debido a los extractos de alcohol que tienen efectos anestésicos locales, antiinflamatorios y relajantes musculares (Anandan et al., 2019; Hossain, 2019; Tene et al., 2007).

Servicios reportados por los productores: Sombra (25,1 %), belleza paisajística-ornamental (16,7 %), biodiversidad (16,7 %), frutales o consumo humano (8,3 %), forraje (8,3 %), maderable (8,3 %), medicina humana y animal (8,3 %) y protección contra el viento (8,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Leña o carbón, restauración del suelo y control de erosión.



Figura 18. *Dodonaea viscosa*. a. Estructura de la planta; b. Estructura de las hojas y la inflorescencia (Mosquera, 2021).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 17. Información nutricional de *Dodonaea viscosa*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
41,11	11,68	2,94	4,93	43,84	26,30	6,49

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,81	4,15	36,09	14,41	36,88	62,10	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,55	4,17	2,53	2,00	1,24	5,52	74,71
n=13						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Duranta mutisii

Autor: L. f.

Nombres comunes: Espino, guapanto, cruceto, cucana.

Familia: Verbenaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Especie originaria de la cordillera Oriental colombiana. Actualmente se encuentra en el norte de Suramérica (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cogua, Gachancipá, Guasca, Madrid, Sopó, Subachoque, Suesca, Tabio, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.560 y 2.930 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.300 y 3.500 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol, trepadora (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Este arbusto alcanza aproximadamente 3 m de altura y presenta un tronco espinoso con una ramificación abundante que comienza desde la base. Su copa tiene una forma irregular y sus flores, de color azul blancuzco, tienen un diámetro de alrededor de 1 cm y se agrupan juntas. Sus frutos, de tonalidad amarilla y con una forma similar a una gota, contienen una sola semilla (Bartholomaeus et al., 1998; Moroni & O’Leary, 2020). Esta especie de arbusto tiene una amplia distribución geográfica y una población considerable. Actualmente no enfrenta amenazas significativas y no se han identificado riesgos importantes para el futuro.

Por ende, según la evaluación de la UICN en 2021, se considera una especie de preocupación menor.

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *D. mutisii* se encuentran en el predio porque siempre han existido (44,5 %), fueron plantados por el productor (33,3 %) o nacieron naturalmente (22,2 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (66,7 %), de forma dispersa (22,2 %) o como parte de una reserva natural o bosque (11,1 %).

Usos: Esta especie desempeña un papel significativo como fuente de néctar para abejas y su fruto es una fuente de alimento para diversas especies de aves. Además, se utiliza para el control de la erosión del suelo, ya que muestra resistencia a suelos de baja calidad y con pocos nutrientes disponibles.

Empíricamente, se ha usado como emoliente, colorante y desinfectante. Su potencial no se limita a usos tradicionales, ya que su alto contenido de taninos, glucósidos cardiotónicos y saponinas le confiere un atractivo potencial en el ámbito industrial (Moroni & O’Leary, 2020; Ramos y Forero, 2016).

Servicios reportados por los productores: Sombra (37,5 %), biodiversidad (25 %), protección de fuentes hídricas (25 %) y control de la erosión (12,5 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Flores melíferas.



Figura 19. *Duranta mutisii*. a. Estructura de la planta; b. Estructura de las hojas; c y d. Estructura de los frutos (Cajicá y Madrid, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 18. Información nutricional de *Duranta mutisii*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
41,22	11,46	2,39	5,44	42,93	21,64	4,96

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,41	5,33	23,84	9,54	28,71	48,28	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)			(% EB)		(kg CH ₄ /cabeza/año)
61,84	4,15	2,60	2,07	1,28	5,53	74,45
n=19						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Juglans neotropica

Autor: Diels.

Nombres comunes: Cedro nogal, cedro negro, cedro grande, nogal bogotano, nogal colombiano, nogal silvestre (JBB, 2023).

Sinónimos: *Juglans andina* Triana & Cortés, *Juglans colombiensis* Dode, *Juglans honorei* Dode, *Juglans equatoriensis* Linden, *Juglans granatensis* Linden (Bernal et al., 2019).

Familia: Juglandaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Oeste de Venezuela y norte de Perú (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cota, Madrid, Subachoque, Suesca, Sutatausa, Tausa, Tenjo, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.550 y 3.120 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.000 y 3.500 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Este árbol, que puede alcanzar alturas de hasta 35 m, se caracteriza por ser semicaducifolio. Su tronco puede llegar a tener un DAP de 90 cm, y su copa presenta una forma ovalada, densamente poblada de follaje y con una envergadura de hasta 14 m. Las hojas son compuestas, miden alrededor de 40 cm,

se sitúan en el extremo de las ramas, son alternas y poseen bordes aserrados. Esta especie es monoica, con flores masculinas agrupadas en amentos de entre 10 y 25 cm de largo, mientras que las flores femeninas crecen en espigas en las ramas jóvenes. Los frutos son drupas carnosas con un diámetro de 6 cm (Bartholomaeus et al., 1998; Bernal et al., 2019; Díaz-Espinosa et al., 2012; Montes-Salazar et al., 2022; JBB, 2023; Toro-Murillo, 2012; Vanegas & Rojas, 2018).

Este árbol presenta una tasa de crecimiento lenta y puede vivir más de 60 años. Para su óptimo desarrollo, prefiere zonas con temperaturas medias entre 16 y 22 °C, suelos profundos, fértiles, de textura media a gruesa, con un pH cercano a neutro o ligeramente ácido, y un buen contenido de humedad. Suele encontrarse en bosques húmedos montano bajo, húmedo premontano y muy húmedo montano bajo (Arroyave et al., 2018).

Esta especie se encuentra en riesgo tanto a nivel global como nacional, como consecuencia de un proceso intensivo de explotación maderera que ha reducido significativamente su población (Bernal et al., 2019; Cárdenas & Salinas, 2007; UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *J. neotropica* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (60 %), siempre han existido (30 %) o nacieron naturalmente (10 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (53,8 %), de forma dispersa (23,1 %), en arreglos silvopastoriles (15,4 %) o como parte de una reserva natural o bosque (7,7 %).

Usos: Su madera es valorada en carpintería por su calidad, ya que es ideal para la fabricación de instrumentos musicales, culatas de armas de fuego, artesanías talladas o esculturas, muebles finos, entre otros. Además, encuentra aplicaciones en construcciones de obras civiles. Su combustión lenta y su alto valor calórico también la hacen valiosa en la producción de carbón.

Los extractos derivados de *J. neotropica* han sido objeto de estudios médicos debido a sus propiedades antimicóticas, bactericidas, vermífugas y antioxidantes, entre otras. En la medicina tradicional, se utiliza la infusión de sus hojas como antidiarreico, astringente, depurativo de la sangre, cicatrizante y para tratar afecciones como la tos, reumatismo, problemas ginecológicos, dermatológicos y hepáticos (Tene et al., 2007). Además, los extractos del árbol se emplean en la manufactura de tinturas para fibras naturales y cabello. Los frutos son consumidos por la fauna silvestre, y en

Colombia es común encontrar esta especie en áreas urbanas con fines ornamentales (Vanegas & Rojas, 2018; Infante-Betancour et al., 2008).

Servicios reportados por los productores: Sombra (25 %), protección contra el viento (20,8 %), belleza paisajística-ornamental (12,5 %), biodiversidad (12,5 %), maderable (8,3 %), materia orgánica (8,3 %), control de la erosión (4,2 %), forraje (4,2 %) y protección de fuentes hídricas (4,2 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: leña o carbón y medicina humana y animal.



Figura 20. *Juglans neotropica*. Estructura de la planta (Mosquera, 2020).

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 19. Información nutricional de *Juglans neotropica*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
36,02	13,89	2,77	8,69	39,36	22,56	5,56

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,94	3,81	32,13	11,08	35,27	57,19	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
63,49	4,09	2,60	2,11	1,30	5,55	73,73
n=12						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Miconia ligustrina

Autor: (Sm.) Triana.

Nombres comunes: Tuno, niguito, esmeraldo, mortño.

Sinónimos: *Melastoma ligustrina* Sm. (Bernal et al., 2019).

Familia: Melastomataceae.

Infraespecíficos: *Miconia ligustrina* var. *Ligustrina*.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Andes de Colombia a Perú. En Colombia está presente en las cordilleras Oriental y Central, donde es un importante componente de la flora de los páramos colombianos (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cajicá, Cogua, Facatativá, Subachoque, Suesca, Sutatausa, Tausa, Tocancipá, Ubalá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.600 y 3.100 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 2.050 y 3.800 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Esta especie puede alcanzar una altura de hasta 6 m y posee hojas opuestas, pequeñas y sin vellosidades. Sus flores son pequeñas, erguidas y de color blanco. Es primordial en la regeneración de los ecosistemas de bosque altoandino en Colombia. Se halla principalmente en áreas de subpáramo y páramo, crece entre musgos y bajo la sombra de diversa vegetación. Existe una importante asociación entre *M. ligustrina* y *W. tomentosa*. En áreas evaluadas en la Serranía de Chía y páramos de Cundinamarca y Boyacá, presentan un índice de predominio fisionómico de 19,11. Actualmente se encuentra en riesgo por actividad humana, lo que requiere investigación y divulgación para su conservación y uso responsable (Carvajal-Muñoz et al., 2022; Cortés, 2013).

Se ha reportado que presenta su floración en enero, durante el periodo seco y cuando hay abundancia de polinizadores. Sus flores permanecen abiertas durante 2 a 3 días, con un punto máximo de apertura alrededor del tercer día; esta característica parece ser una adaptación que aumenta las oportunidades de ser visitada por polinizadores. Los picos más altos de producción de frutos se registran en los meses de junio y julio.

Esta planta produce constantemente pequeñas partes que pueden crecer en nuevas plantas, llamadas propágulos vegetales, que son dispersadas por fauna polinizadora como aves, abejas, abejorros, moscas y avispas, quienes encuentran alimento y refugio en esta planta. Aunque es importante para el ambiente, no se ha evaluado su estado de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *M. ligustrina* se encuentran en el predio porque siempre han existido (46,2 %), fueron plantados por el productor (30,8 %) o nacieron naturalmente (23 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (47,1 %), de forma dispersa (29,4 %), como parte de una reserva natural o bosque (17,6 %) o en huertas o frutales (5,9 %).

Usos: Esta especie tiene un rol fundamental en la reconversión de áreas intervenidas y regeneración natural de bosques debido a su reproducción vegetativa, un buen porcentaje de germinación y viabilidad de las semillas, que responden positivamente a la luz. A medida que crece, su copa se extiende lateralmente, lo cual contribuye con el cierre de claros, amortigua las condiciones ambientales y promueve la colonización de especies pioneras arbustivas. No obstante, durante el establecimiento inicial se tiene que hacer un buen manejo para evitar la competencia con gramíneas por luz y nutrientes (Carvajal-Muñoz et al., 2022; Fernández-Sánchez et al., 2020).

Además, esta especie tiene múltiples usos. Sus frutos son comestibles, su madera dura se utiliza para postes y mangos de herramientas. También tiene potencial ornamental y podría ser útil en la apicultura debido a sus flores atractivas para los polinizadores (Carvajal-Muñoz et al., 2022).

Servicios reportados por los productores: Sombra (33,1 %), biodiversidad (16,7 %), control de la erosión (11,1 %), protección contra el viento (11,1 %), forraje (5,6 %), maderable (5,6 %), materia orgánica (5,6 %), belleza paisajística-ornamental (5,6 %) y frutales o consumo humano (5,6 %).



Figura 21. *Miconia ligustrina*. a. Estructura de la planta; b. Detalle de las hojas (Zipaquirá, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 20. Información nutricional de *Miconia ligustrina*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
43,83	12,29	2,83	6,14	47,98	25,94	5,95

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,67	3,49	20,33	13,95	37,36	51,76	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
61,15	4,20	2,57	2,02	1,25	5,50	75,04
n=5						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Myrsine guianensis

Autor: (Aubl.) Kuntze.

Nombres comunes: Cucharo, espadero, changuelito, garrucho, chagualo.

Sinónimos: *Rapanea guianensis* Aubl. (Bernal et al., 2019).

Familia: Myrsinaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Neotrópico (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cogua, Cota, Cucunubá, El Rosal, Facatativá, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Madrid, Nemocón, San Francisco, Simijaca, Suba-choque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tabio, Tenjo, Tocancipá, Ubaté, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.545 y 2.930 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 0 y 3.000 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol que alcanza 20 m de altura y 35 cm de DAP. Su tronco es liso y de color grisáceo, con pequeños gránulos. La ramificación comienza a una altura de 1 m del suelo, formando una copa densa en forma cónica o globosa con un follaje de color verde oscuro. Las hojas son simples, alternas y elípticas, miden alrededor de 13 cm de largo, tienen un borde entero y ligeramente brillante, con puntos glandulares, y están dispuestas en forma de hélice. Las flores, de color crema, se agrupan y miden unos 4 mm de diámetro, mientras que los frutos son redondos, verdosos, tienen un diámetro de unos 7 mm, contienen una sola semilla y se agrupan densamente a lo largo de las ramas (Bartholomaeus et al., 1998).

Esta especie tiene una tasa de crecimiento rápida y longevidad moderada. Está adaptada para prosperar en condiciones de baja humedad, ya que sus hojas gruesas y duras reducen la transpiración de la planta (Arroyave et al., 2018). Es capaz de desarrollarse eficientemente en bosques secundarios, rastrojos y áreas abiertas. Hasta el momento, su estado de conservación no ha sido evaluado detalladamente (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *M. guianensis* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (55,6 %), nacieron naturalmente (22,2 %) o siempre han existido (22,2 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (40 %), de forma dispersa (36 %), como parte de una reserva natural o bosque (20 %) o en arreglos silvopastoriles (4 %).

Usos: Los frutos de este árbol representan una fuente de alimento para diversas especies de aves. Además, tiene aplicaciones en la protección de fuentes de agua y en la prevención de la erosión del suelo (Hoffmann & Solbrig, 2003). Su madera es empleada en la fabricación de muebles, como leña y en construcciones rurales. En la medicina tradicional, se utiliza para tratar las alergias causadas por el manzanillo.

Es una especie ideal para restauración de suelos degradados, ya que tiene la capacidad de adaptarse a suelos pobres en nutrientes, donde su presencia contribuye a estabilizarlos y facilita el establecimiento de otras especies (Hoffmann & Solbrig,

2003; Olivera et al., 2019). También se aprovecha en la elaboración de postes y cercas. Además, es elegida para su plantación en jardines y parques (Arroyave et al., 2018).

Servicios reportados por los productores: Sombra (30,6 %), biodiversidad (13 %), protección contra el viento (13 %), protección de fuentes hídricas (8,8 %), símbolo cultural o religioso (8,8 %), belleza paisajística-ornamental (4,3 %), frutales o consumo humano (4,3 %), control de la erosión (4,3 %), forraje (4,3 %), maderable (4,3 %) y medicina humana y animal (4,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Leña o carbón y restauración del suelo.



Figura 22. *Myrsine guianensis*. a. Estructura de la planta; b. Detalle de la estructura de las hojas (Cogua, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 21. Información nutricional de *Myrsine guianensis*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
40,30	10,12	5,11	6,14	35,62	21,69	4,86

(Continúa)

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,17	3,48	48,09	20,22	51,25	76,46	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,75	4,25	2,59	2,00	1,24	5,48	75,68
n=23						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Quercus humboldtii

Autor: Bonpl.

Nombres comunes: Roble, roble de tierra fría, roble andino, algarrobo, cedro, roble blanco, roble colorado, roble negro (JBB, 2023).

Sinónimos: Erythrobalanus duqueana Schwarz, Erythrobalanus humboldtii (Bonpl.) Schwarz, Erythrobalanus lindenii (A. DC.) Schwarz, Erythrobalanus tolimensis (Bonpl.) Schwarz, Quercus boyacensis Cuatrec., syn. nov., Quercus colombiana Cuatrec., syn. nov., Quercus lindenii A. DC., Quercus tolimensis Bonpl. (Bernal et al., 2019).

Familia: Fagaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Especie endémica de Colombia y Panamá. En Colombia, se encuentra en bosques andinos, y la formación vegetal donde denomina se conoce como robledal. Se distribuye en las tres cordilleras, aunque los bosques más extensos se encuentran en la cordillera Oriental, entre 1.100 y 3.500 m s. n. m., siendo más abundante a partir de 2.200 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Carmen de Carupa, El Rosal, Facatativá, Funza, Gachancipá, Guasca, Nemocón, San Francisco, Subachoque, Suesca, Tabio, Ubalá, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.580 y 3.000 m s. n. m. En Colombia se reporta entre 1.100 y 3.500 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol de crecimiento lento, que puede alcanzar hasta 30 m de altura con un DAP de 1 m. Su tronco tiene una corteza negra y su copa es de forma redondeada. Las ramas jóvenes están cubiertas de una vellosidad blanca. Especie monoica con flores de color crema, que se disponen en amentos de 8 a 15 cm de largo. El fruto del género *Quercus* es llamado bellota y es ovalado, de color marrón claro, con una base en forma de copa, mide de 2 a 3 cm de ancho y de 5 a 7 cm de largo. Cada bellota contiene una sola semilla que germina en un periodo de 30 a 50 días, con una tasa de germinación del 80 % (Bartholomaeus et al., 1998; Toro-Murillo, 2012).

Este árbol prefiere crecer en las partes más altas de las montañas, en pendientes pronunciadas. Se adapta mejor a suelos arcillosos y pesados, que sean ácidos, profundos y con buen drenaje. La temperatura promedio ideal para su crecimiento está entre 16 y 24 °C, y prefiere ambientes relativamente húmedos y con precipitaciones anuales que oscilan entre 788 y 2.681 mm/año (Arroyave et al., 2018).

Lamentablemente, esta especie se encuentra en la categoría nacional vulnerable debido a la afectación de sus bosques por aprovechamientos irresponsables (Bernal et al., 2019). Históricamente, los municipios de Chiquinquirá y Pauna han sido más afectados debido a la explotación comercial de la madera, la producción de carbón vegetal y la expansión de la agricultura y la ganadería (Cárdenas & Salinas, 2007).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *Q. humboldtii* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (56,3 %), siempre han existido (37,5 %) o nacieron naturalmente (6,2 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (65 %), de forma dispersa (25 %), en arreglos silvopastoriles (5 %) o como parte de una reserva natural o bosque (5 %).

Usos: La madera de *Q. humboldtii* es resistente a la intemperie, duradera y pesada, lo que la convierte en una madera de alta calidad para uso comercial, en construcción, elaboración de muebles finos y para carbón; también se ha utilizado para postes de ferrocarril, equipos agrícolas y soportes en minas. A partir de su corteza se pueden obtener taninos. Esta especie también es usada para la protección de cuencas hídricas y sus semillas son alimento para la fauna silvestre, especialmente roedores (Bare & Ashton, 2016; Cabezas-Gutiérrez et al., 2008; Garzón-Marín et al., 2004; Gil-Novoa & Morales-Puentes, 2014; Moreno-Echeverry et al., 2018; Potosí-Gutiérrez et al., 2017; Sepúlveda et al., 2014). Dentro de su importancia cultural, en los robledales se ha descrito el crecimiento y producción de macromicetos, de los cuales se han identificado 16 especies comestibles (Peña-Cañón & Enao-Mejía, 2017).

Servicios reportados por los productores: Sombra (19,2%), protección contra el viento (15,4%), belleza paisajística-ornamental (11,6%), biodiversidad (11,6%), maderable (11,6%), protección de fuentes hídricas (11,6%), símbolo cultural o religioso (7,7%), control de la erosión (3,8%), forraje (3,8%) y materia orgánica (3,8%).

Servicios adicionales reportados en literatura: Leña o carbón.



Figura 23. *Quercus humboldtii*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Arreglo silvopastoril; c. Detalle de la semilla (Subachoque, El Rosal, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra y Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 22. Información nutricional de *Quercus humboldtii*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
47,65	11,44	2,32	3,95	51,31	29,67	6,55

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,29	2,37	21,03	13,87	42,51	57,01	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
59,29	4,20	2,57	2,02	1,25	5,50	75,12
n=12						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Retrophyllum rospigliosii

Autor: (Pilg.) C. N. Page.

Nombres comunes: Pino romerón, pino romerillo, pino montañero, pino colombiano, pino de pachó, pino hayuelo, chaquiro (JBB, 2023).

Sinónimos: *Decussocarpus rospigliosii* (Pilg.) de Laub., *Nageia rospigliosii* (Pilg.) de Laub., *Podocarpus rospigliosii* Pilg., *Torreya bogotensis* K. Koch (Bernal et al., 2019).

Familia: Podocarpaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Zona tropical de América del Sur: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cajicá, El Rosal, Funza, San Francisco, Subachoque.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.610 y 2.842 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.200 y 3.750 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Este árbol puede crecer hasta alcanzar una altura de 45 m y un DAP de hasta 2 m, gracias a su sistema radicular profundo. Su tronco es cilíndrico y recto, y desarrolla una corteza escamosa en su madurez. La ramificación comienza a unos 3 m de altura, dando lugar a una copa ovalada con un follaje denso de color verde claro. Sus hojas son pequeñas, simples y se sitúan de manera opuesta en forma de cruz, con un borde liso y una longitud de 1 cm. Las inflorescencias masculinas y femeninas tienen forma de cono, presentes de manera solitaria o en grupos reducidos, que se ubican al final de las ramas. Sus frutos son ovoides, miden 3 cm de diámetro, son de color verde-amarillo en su madurez y contienen una sola semilla (Toro-Murillo, 2012).

Esta especie tiene una tasa de crecimiento que varía entre lenta y media, y puede vivir más de 60 años. Requiere de una luminosidad media y se adapta bien a suelos profundos y bien drenados. Su madera presenta un rango de coloración que va desde el café claro al café amarillento, sin presencia de duramen. Posee un brillo moderado, textura fina y un veteado distintivo debido a la presencia de arcos de coloración característica (Ramírez et al., 2021).

A pesar de tener una distribución relativamente amplia en la región tropical de América del Sur, ha estado bajo mucha presión por la tala durante los últimos 60 años, por lo que a nivel global se encuentra categorizada como especie vulnerable (UICN, 2021). A nivel nacional, se encuentra catalogada como casi amenazada o vulnerable (Bernal et al., 2019), a causa de la deforestación de los bosques altoandinos para la conversión a actividades agrícolas y ganaderas, junto con la explotación de su madera por sus características físicas y mecánicas. Aunque en el pasado pudo formar rodales puros en áreas expuestas, actualmente suelen encontrarse individuos dispersos debido a la deforestación.

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *R. rospigliosii* se encuentran en el predio porque nacieron natural-

mente (100 %). Los árboles están dispuestos en los predios de forma dispersa (50 %) o formando cercas vivas (50 %).

Usos: Es una de las maderas más valiosas en los bosques tropicales de América del Sur debido a su madera de excelente calidad, sin embargo, la tala ilegal todavía está muy extendida. Su gran valor se debe a que puede producir grandes tamaños de madera aserrada de muy buena calidad, con fibras rectas, de densidad moderada, lo que la hace duradera y fácil de trabajar. Es utilizada en ebanistería y construcción, contrapechados, tableros aglomerados, molduras y pulpa para papel (Baselly-Villanueva et al., 2022; Portillo et al., 2019).

Además de su valiosa madera, su corteza se usa para extraer taninos, y potencialmente para la extracción de otros compuestos con actividades biológicas encontradas en otras especies de la familia *Podocarpaceae*. Este árbol se localiza cerca a fuentes hídricas, lo que ayuda a protegerlas. También es apreciada como una especie ornamental, usada como barrera rompevientos y contra ruido. Además, desempeña un papel en la recuperación de suelos y ecosistemas, ya que atrae a la fauna y contribuye con la captura de carbono (García-Mego, 2019; Ramírez et al., 2021).

Servicios reportados por los productores: Sombra (50 %) y materia orgánica (50 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Maderable, protección de fuentes hídricas, restauración del suelo, belleza paisajística-ornamental y biodiversidad.



Figura 24. Estructura de la planta de *Retrophyllum rospigliosii* (Cajicá, 2020).
Foto: Andrea Milena Sierra

Tabla 23. Información nutricional de *Retrophyllum rospigliosii*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
34,02	10,09	3,00	6,10	42,50	23,31	4,96

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,55	3,82	35,85	16,00	40,71	64,31	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,22	4,05	2,44	1,98	1,23	5,57	73,31
n=5						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Salix babylonica

Autor: L., 1753

Nombres comunes: Sauce llorón.

Sinónimos: *Salix matsudana* Koidz (Bernal et al., 2019).

Familia: Salicaceae.

Origen: Introducida. Especie originaria de Asia (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Los límites exactos del rango natural de distribución de la especie *S. babylonica* no son conocidos. Está muy extendida en toda China a lo largo de los valles de los ríos en las regiones áridas y semiáridas. Es un cultivo común alrededor del mundo (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cogua, Cota, Cucunubá, El Rosal, Funza, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Madrid, Mosquera, Nemocón, Paipa, Simijaca, Sopó, Subachoque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tabio, Tenjo, Tocancipá, Ubaté, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.530 y 2.740 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 0 y 2.800 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019)

Descripción y hábitat: Es un árbol caducifolio que puede alcanzar una altura de 15 a 18 m y un DAP de hasta 80 cm. Es una especie que se encuentra generalmente en las riberas de los ríos o cuerpos de agua. Puede llegar a tener una copa extendida

con inicio de ramificaciones a 2 m de altura; sus ramas se caracterizan por ser pendulares, delgadas y flexibles. Su follaje es conformado por hojas alternas de borde aserrado de color verde claro. Las inflorescencias en forma de amento tienen un tamaño de 2 a 5 cm de largo de color amarillo y nacen junto a las hojas. Tiene frutos en cápsula redonda de 2,5 cm de diámetro del mismo color de las flores, con varias semillas (EcuRed, 2019).

Es una especie de crecimiento rápido y longevidad media de 35 a 60 años. Se desarrolla mejor en suelos con pH ácido o neutro, con textura arenosa, franca, arcillosa o muy arcillosa; el sistema radicular se puede mantener generalmente muy húmedo y tiene alta exigencia de luminosidad. En la actualidad, no se encuentra catalogada como una especie en conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *S. babylonica* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (44,7 %), siempre han existido (42,1 %), fueron donados por un programa de fomento (7,9 %) o nacieron naturalmente (5,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (62 %), de forma dispersa (26 %), en arreglos silvopastoriles (8 %) o como parte de una reserva natural o bosque (4 %).

Usos: La especie se usa más comúnmente como árbol ornamental en todo el mundo por su bello porte, y generalmente se ubica cerca a lagos o fuentes de agua. La madera es empleada para la fabricación de papel, fósforos, palillos, cajones de embalajes o canastos y muebles rústicos, y también es usada como leña (EcuRed, 2019).

Se usa como barrera rompevientos y cerca viva; tiene un importante valor desde el punto de vista ecológico, ya que tiene el potencial de ser utilizada para la reforestación y evita la erosión del suelo en riberas de ríos, con lo que protege la flora de la zona y fortalece los cauces ante posibles desbordamientos (EcuRed, 2019).

La medicina natural utiliza la corteza por su contenido de salicina, compuesto con propiedades antiinflamatorias, dermatológicas, analgésicas y antipiréticas, adecuado para tratar dolores de cabeza, reumáticos, menstruales, fiebres, gripes y resfriados. Tiene propiedades astringentes y antidiarreicas por su contenido de taninos. Adicionalmente, es usado para estimular el crecimiento y brillo del cabello y para combatir su caída, caspa y seborrea.

En otros usos se ha reportado el potencial de la especie para la biorremediación de zonas con contaminación de metales pesados como Pb o compuestos tóxicos como la anilina ($C_6H_5NH_2$), que se encuentra en pesticidas, herbicidas y algunos compuestos farmacéuticos (Li et al., 2021). En el caso del Pb, se ha evidenciado que este metal puede ser absorbido, transformado y acumulado en el tejido de la planta, siendo las raíces el principal sitio de acumulación (H. Li et al., 2015; K. Li et al., 2021; Xue et al., 2020).

Dentro de la nutrición animal, se ha reportado el uso de su extracto hidro-alcohólico con efecto antihelmíntico en conejos y pequeños rumiantes (Rivero-Pérez et al., 2019). En bovinos se ha evaluado su efecto como modulador del microbioma ruminal, debido a sus contenidos de saponinas, alcaloides y compuestos fenólicos (glicósidos fenólicos) con el objetivo de mejorar los parámetros de fermentación y producción de leche o carne (Rivero-Perez et al., 2019; Salem et al., 2011; Salem et al., 2014).

Servicios reportados por los productores: Sombra (29,2 %), protección de fuentes hídricas (22,2 %), protección contra el viento (16,7 %), forraje (11,2 %), biodiversidad (6,9 %), belleza paisajística-ornamental (5,5 %), control de erosión (4,1 %), materia orgánica (2,8 %) y leña o carbón (1,4 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal.

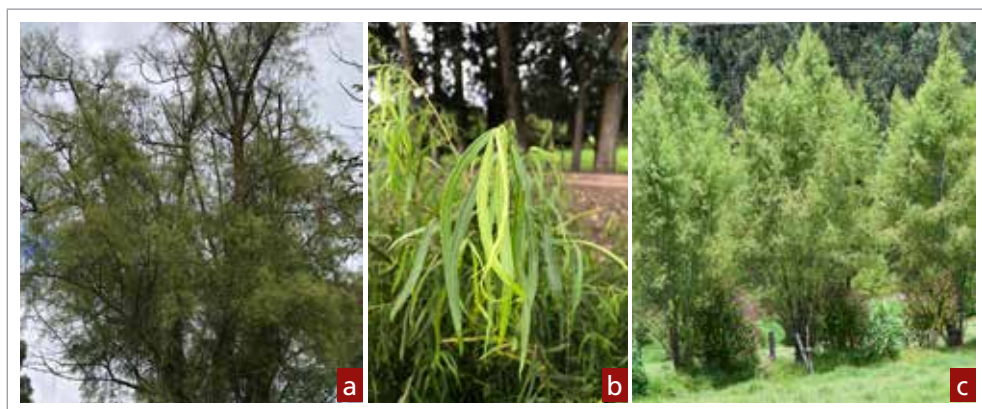


Figura 25. *Salix babylonica*. a. Detalle de la estructura de las ramas (Susa, 2021); b. Detalle las hojas (Mosquera, 2021); c. Árbol como cerca viva (Susa, 2021).

Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 24. Información nutricional de *Salix babylonica*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
38,62	15,28	2,52	5,87	48,48	25,19	5,83
Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,62	4,77	23,18	10,39	27,56	43,33	
Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
63,77	4,14	2,65	2,13	1,31	5,53	74,38
n=35						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Syzygium paniculatum

Autor: Gaertn.

Nombres comunes: Eugenia, eugenio, arrayán extranjero (JBB, 2023).

Sinónimos: *Eugenia paniculata* (Gaertn.) Britten (Bernal et al., 2019).

Familia: Myrtaceae.

Origen: Introducida. Especie nativa de Australia (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Cultivada en el neotrópico (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cajicá, Carmen de Carupa, Cogua, El Rosal, Facatativá, Funza, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Madrid, Mosquera, Subachoque, Suesca, Susa, Tabio, Tenjo, Tocancipá, Ubaté, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 3.000 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.500 y 2.600 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol perenne que alcanza 10 m de altura con un DAP de 30 cm. Su copa tiene una forma semiglobosa que se puede extender de 7 a 14 m. Sus flores blancas se agrupan en racimos y sus frutos, que son comestibles, tienen forma de baya con una única semilla (Bartholomaeus et al., 1998). Esta especie crece rápidamente y vive un periodo de tiempo relativamente corto, que oscila entre 0 y 35 años. Para su óptimo crecimiento requiere una alta luminosidad y suelos húmedos y fértiles. Actualmente, no se ha realizado una evaluación formal sobre su estado de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *S. paniculatum* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (58,8 %) o siempre han existido (41,2 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (72,2 %), de forma dispersa (16,7 %) o en arreglos silvopastoriles (11,1 %).

Usos: Aunque su fruto es comestible, no tiene un interés comercial significativo, y su cultivo se realiza principalmente con fines ornamentales. La intensidad en su color es un indicador del estado de su madurez, y en general, cuanto más maduro, menos ácido suele ser, lo que mejora su sabor para quienes lo consumen (Pérez Mora & Mojica Gómez, 2018).

El fruto de esta especie es notable por su contenido de minerales y compuestos fenólicos, como taninos, flavonoles, hidroxinámicos y antocianinas. Esto sugiere un gran potencial para un aprovechamiento comercial en la alimentación humana, ya que posee propiedades nutraceuticas, incluyendo cualidades antioxidantes y posibles efectos antimutagénicos (antimutagénico o antioxidante, entre otras) (Corpochivor et al., 2020; Horky et al., 2019; Pérez Mora & Mojica Gómez, 2018).

Servicios reportados por los productores: Sombra (25 %), belleza paisajística-ornamental (18,8 %), forraje (12,5 %), materia orgánica (12,5 %), protección contra el viento (12,5 %), biodiversidad (6,3 %), maderable (6,3 %) y símbolo cultural o religioso (6,1 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Frutales o consumo humano.

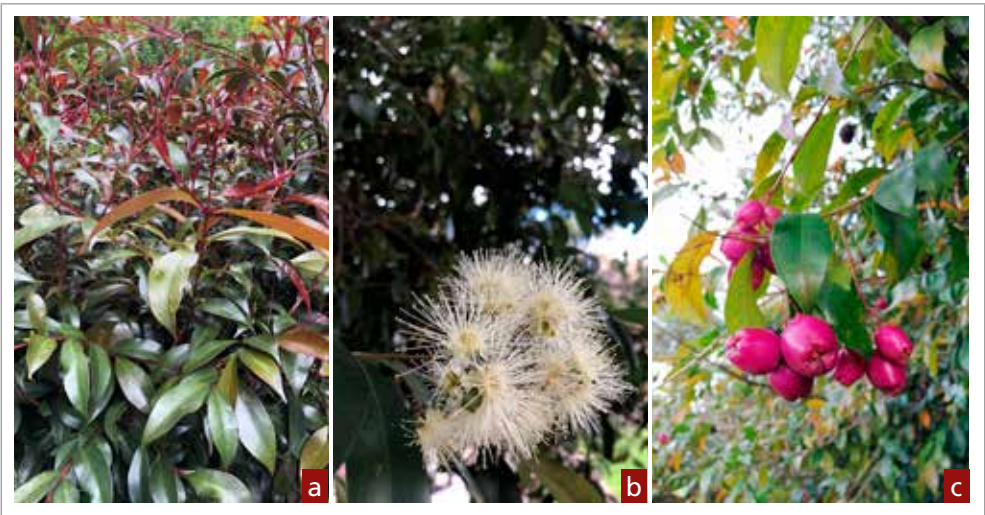


Figura 26. *Syzygium paniculatum*. a. Estructura de la planta (Madrid, 2020); b. Detalle de la inflorescencia (Mosquera, 2023); c. Detalle de la estructura del fruto (Mosquera, 2023).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 25. Información nutricional de *Syzygium paniculatum*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
31,12	5,81	1,74	3,09	35,61	17,78	3,38

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,82	4,58	23,33	15,74	46,78	62,89	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
82,02	4,04	2,58	2,05	1,27	5,58	73,08
n=2						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Tecoma stans

Autor: (L.) Kunth.

Nombres comunes: Chicalá, floramarillo, chirlobirlo, caballito (JBB, 2023).

Sinónimos: *Tecoma mollis* Kunth (Bernal et al., 2019).

Familia: Bignoniaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Esta especie es originaria de América y se distribuye en diferentes regiones, incluyendo el sur de Estados Unidos, México, las Antillas, Centroamérica y varias áreas de Sudamérica, desde el norte de Venezuela hasta el norte de Argentina, siguiendo la cordillera de los Andes. Además, se ha informado de su introducción en Hawái y en el sur de África (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cajicá, Carmen de Carupa, Cota, El Rosal, Fúquene, Funza, Guachetá, Guasca, Madrid, Nemocón, Sopó, Subachoque, Suesca, Sutatausa, Tabio, Tenjo, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.549 y 3.020 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 0 y 2.800 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Especie caducifolia que puede llegar a medir hasta 15 m de altura y con un sistema radicular profundo. Su copa tiene forma de sombrilla con un

follaje de densidad media. Su inflorescencia es una estructura en racimos ubicados en la parte extrema del tallo o debajo de este, cada uno de los cuales contiene 8 a 20 flores en forma de campana de color amarillo vivo. El fruto es una vaina alargada de 20 cm de largo y tiene un color que va del verde al marrón (Bartholomaeus et al., 1998).

Este árbol crece rápidamente y puede vivir en un rango moderado de 36 a 60 años (Arroyave et al., 2014). Esta especie tiene una distribución amplia y una población abundante, no enfrenta amenazas significativas en el presente ni se han identificado riesgos importantes para el futuro (Montes-Salazar et al., 2022), por lo tanto, su conservación se considera de baja preocupación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *T. stans* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (63,6 %) o siempre han existido (36,4 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (60 %), de forma dispersa (20 %), en arreglos silvopastoriles (6,7 %), en bancos de proteína (6,7 %) o como parte de una reserva natural o bosque (6,6 %).

Usos: La madera de *T. stans* es dura y resistente, lo que la hace adecuada para diversos fines, como la fabricación de muebles, artesanías, postes de cercas y construcciones rurales.

La infusión de sus hojas y corteza se emplea como diurético y purificador de la sangre. Es una especie melífera de floración llamativa. Además, esta especie atrae a las abejas debido a su floración (Infante-Betancour et al., 2008).

Servicios reportados por los productores: Sombra (26,3 %), belleza paisajística-ornamental (21 %), protección contra el viento (15,8 %), materia orgánica (10,5 %), forraje (10,5 %), biodiversidad (5,3 %), control de la erosión (5,3 %) y protección de fuentes hídricas (5,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal y flores melíferas.



Figura 27. *Tecoma stans*. a. Estructura de la planta; b. Detalle de la estructura de las hojas; c. Detalle de la estructura de la inflorescencia.

Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 26. Información nutricional de *Tecoma stans*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
47,65	11,44	2,32	3,95	51,31	29,67	6,55

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,28	4,69	19,40	8,66	27,19	42,31	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
65,27	4,18	2,81	2,28	1,40	5,51	74,78
n=20						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Varronia cylindrostachya

Autor: Ruiz & Pav.

Nombres comunes: Salvio negro, salvio, salvia negra, salvio blanco, palo negro, cajete, guácimo.

Sinónimos: *Cordia cylindrostachya* Ruiz & Pav., *Cordia lanata* Kunth, *Cordia linearicalycina* Estrada, *Cordia llanense* Estrada, *Cordia rubescens* Estrada (Bernal et al., 2019).

Familia: Boraginaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Esta especie se distribuye por la cordillera Oriental de los Andes, desde Venezuela hasta Perú (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cogua, Facatativá, Gachancipá, Guasca, Subachoque, Suesca, Sutatausa, Tenjo, Tocancipá, Zipacón.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.564 y 2.930 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 520 y 3.400 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Subarbusto, arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Árboles pequeños que pueden alcanzar hasta 10 m de altura. Tiene una corteza lisa y oscura que se desprende en tiras largas y fibrosas. Cuenta con pocas ramas dispuestas en forma de hélice, las más jóvenes tienen una médula blanca y esponjosa. Las hojas son perennes, de unos 15 cm de largo, con forma elíptica y borde aserrado. Tanto las hojas como las ramas están cubiertas por pequeños pelos amarillentos y erectos. Las flores crecen al final de las ramas o en las axilas de las hojas, de manera independiente o agrupadas en panículas. El fruto es una drupa de 5 mm de diámetro, que se torna roja al madurar.

Estos árboles crecen rápido y tienen una vida relativamente corta (Arroyave et al., 2018). Tienen una distribución muy amplia, una gran población, actualmente no es-

tán experimentando ninguna amenaza importante y no se han identificado amenazas futuras significativas. Por lo tanto, esta especie se evalúa como de preocupación menor (León, 2003; Montes-Salazar et al., 2022; Romero et al., 2009; UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *V. cylindrostachya* se encuentran en el predio porque siempre han existido (66,7 %) o fueron plantados por el productor (33,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (60 %) o de forma dispersa (40 %).

Usos: Las aves se alimentan de sus frutos y su madera se usa como leña. En la medicina tradicional, las ramas, flores y frutos se utilizan como analgésico para mujeres embarazadas en Venezuela, y en Colombia se usan para tratar la fiebre y dolores estomacales (Rojas, 2017).

Servicios reportados por los productores: Sombra (25 %), forraje (25 %), protección de fuentes hídricas (25 %) y protección contra el viento (25 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Leña o carbón, medicina humana y animal y biodiversidad.



Figura 28. *Varronia cylindrostachya*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Detalle de la estructura de la inflorescencia (Subachoque, 2020).

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 27. Información nutricional de *Varronia cylindrostachya*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
30,23	14,44	2,49	10,51	49,59	24,97	6,31
Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
6,37	3,66	16,42	6,84	23,35	39,86	
Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
63,17	4,12	2,61	2,10	1,30	5,54	74,17
n=16						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Weinmannia tomentosa

Autor: L. f.

Nombres comunes: Encenillo, encino, encino peludo (JBB, 2023).

Sinónimos: *Windmannia tomentosa* (L. f.) Kuntze (Bernal et al., 2019).

Familia: Cunoniaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Se distribuye en los Andes de Colombia, principalmente en la cordillera Oriental y en los estados de Mérida, Táchira y Zulia en Venezuela. Se considera común en bosques montanos (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Gachancipá, Guasca, Lenguaque, Nemocón, Suba-choque, Suesca, Tausa, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.620 y 3.200 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.700 y 3.724 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Esta especie leñosa puede alcanzar 10 m de altura y 20 cm de DAP, con una copa en forma de sombrilla y follaje abundante pero ligero. Las hojas son imparipinnadas, es decir, se distribuyen a ambos lados del raquis, terminan con un solo foliolo y se disponen de manera opuesta en la parte final de las ramas. Sus flores son de color crema, agrupadas en racimos semejantes a una espiga. Produce frutos en forma de cápsula ovoide de color café oscuro, con un diámetro de 4 mm y varias semillas en su interior (Benavides, 2021; Toro-Murillo, 2012).

Esta especie es muy común en los bosques montanos del norte de los Andes y en la vegetación de los páramos (Montes, 2011). Tiene una extensa área de distribución, una población considerable y en la actualidad no enfrenta amenazas significativas ni se han detectado riesgos importantes para su futuro. Por consiguiente, de acuerdo con la evaluación de la UICN en 2021, se clasifica como una especie de baja preocupación.

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *W. tomentosa* se encuentran en el predio porque siempre han existido (53,3 %) o fueron plantados por el productor (46,7 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (64,7 %), de forma dispersa (23,5 %) o como parte de una reserva natural o bosque (11,8 %).

Usos: La madera de esta especie es altamente valorada en la industria de la construcción y el diseño de interiores debido a su gran calidad, su aspecto atractivo y a sus propiedades físicas y mecánicas favorables, en particular su resistencia y durabilidad (Polanco Tapia, 2006). Es común encontrar estos árboles cerca a fuentes de agua para protegerlos (Gil-Leguizamón et al., 2020).

Esta especie es usada con fines medicinales para tratar infecciones, y la infusión de sus hojas y corteza sirve para aliviar la fiebre en el ganado. La corteza contiene taninos, que son sustancias astringentes empleadas en el curtido de pieles y en la

producción de un tipo de tinte negro. Además, desempeña un papel en la alimentación de las mariposas *Orophila campaspe* durante su fase larvaria (Benavides, 2021; Callaghan, 2020).

Servicios reportados por los productores: Sombra (21,7 %), belleza paisajística-ornamental (17,5 %), biodiversidad (17,5 %), control de la erosión (13 %), protección contra el viento (13 %), protección de fuentes hídricas (8,7 %), materia orgánica (4,3 %) y medicina humana y animal (4,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Maderable y leña o carbón.



Figura 29. *Weinmannia tomentosa*. a. Detalle de la estructura de la inflorescencia; b. Estructura de la planta (Bojacá, 2020).
Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 28. Información nutricional de *Weinmannia tomentosa*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
35,35	9,17	2,50	5,65	43,27	27,09	5,47

(Continúa)

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,37	3,08	36,62	19,61	53,35	77,41	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
58,30	4,14	2,52	1,99	1,24	5,53	74,41
n=9						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Xylosma spiculifera

Autor: (Tul.) Triana & Planch.

Nombres comunes: Corono, espino de cabra, puyón, corono espino, aguja de arria, tachuelo, cacho de venado.

Familia: Salicaceae.

Origen: Nativa, especie originaria de la cordillera Oriental colombiana (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Colombia y Venezuela (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cogua, Cota, Cucunubá, Facatativá, Guasca, Subachoque, Suesca, Susa, Tabio, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.554 y 2.930 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 1.750 y 3.200 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Árbol que alcanza 12 m de altura y 40 cm de DAP; su ramificación inicia desde el suelo y, junto con el tronco, las ramas presentan espinas

largas y puntiagudas; su copa es globosa y densa, de color verde oscuro con retoños rojizos. Sus hojas son simples, dispuestas en el tallo de manera alterna, y tiene consistencia quebradiza de borde aserrado. Sus flores miden 1 cm de diámetro y son de color blanco-amarillo en forma de inflorescencia aglomeradas. Los frutos son bayas redondas de 1 cm de diámetro de color rojo a morado en su madurez, con 2 a 5 semillas (Bartholomaeus et al., 1998; Bernal et al., 2019; Díaz-Espinosa et al., 2012; JBB, 2023).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *X. spiculifera* se encuentran en el predio porque siempre han existido (66,6 %), fueron plantados por el productor (16,7 %) o nacieron naturalmente (16,7 %). Los árboles están dispuestos en los predios de forma dispersa (50 %) o formando cercas vivas (50 %).

Usos: Las flores de esta planta atraen a las abejas, mientras que sus frutos son una fuente de alimento para las aves silvestres. Sin embargo, no se recomienda su consumo por parte de los seres humanos. Los frutos maduros liberan una tinta de tono violeta, la cual puede emplearse en la pintura o en el teñido de lanas. Además de su valor estético, esta especie es utilizada para crear setos perimetrales, conservar suelos y controlar la erosión. Asimismo, resulta idónea en la restauración de bosques primarios. Desde una perspectiva medicinal, las hojas se emplean en forma de infusión para tratar afecciones cutáneas como úlceras y dermatitis (Corpochivor et al., 2020).

Servicios reportados por los productores: Sombra (50 %), biodiversidad (25 %) y símbolo cultural o religioso (25 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal, control de erosión, flores melíferas y belleza paisajística-ornamental.



Figura 30. *Xylosma spiculifera*. a. Estructura de la planta joven; b. y c. Detalle de la estructura de las hojas.

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 29. Información nutricional de *Xylosma spiculifera*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
45,68	9,81	3,05	5,47	51,19	29,70	5,98

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,01	4,19	25,42	12,79	33,28	54,25	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
57,98	4,19	2,43	1,89	1,18	5,51	74,95
n=20						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Especies para restauración del suelo

La restauración del suelo es un proceso que busca la recuperación y el mantenimiento de la calidad y funcionalidad de suelos degradados debido a actividades humanas. Es un proceso fundamental para asegurar que este recurso pueda funcionar dentro de los parámetros naturales que permiten el sostenimiento de la flora y fauna, conservando la calidad del aire y el agua, en beneficio de la salud humana (Karlen et al., 1997).

La plantación de cubierta vegetal se destaca como la tecnología más eficaz para la restauración de suelos, debido a su amplia aplicabilidad en términos de espacio y duración, además de ser una de las opciones más económicas (García-Camarero, 1989). De ahí que la presencia y el manejo adecuado de los árboles son importantes en los esfuerzos de restauración y recuperación de la salud de los suelos degradados, ya que contribuyen con el aporte de materia orgánica, el ciclo de nutrientes, la mejora de la estructura del suelo, el control de la erosión y la promoción de la biodiversidad (Bare & Ashton, 2016; Rojas, 2017).

A continuación se presentan algunas de las especies que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han asociado con el servicio de restauración de suelos. Son especies que se caracterizan por proveer efectos positivos al suelo, ya sea en su estructura o calidad fisicoquímica.

Piper barbatum

Autor: Kunth.

Nombre común: Cordoncillo.

Sinónimos: *Artanthe barbata* (Kunth) Miq. (Bernal et al., 2019).

Familia: Piperaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Esta especie se distribuye en Colombia, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cota, Subachoque, Susa, Sutatausa, Tocancipá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 2.827 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 2.200 y 3.200 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Este arbusto puede medir entre 2 y 5 m de altura. Su tallo es brillante, con algunas vellosidades. Las ramas nacen desde la base, formando una copa redondeada con follaje verde brillante. Las hojas son simples, de forma ovada y se alternan en el tallo. La inflorescencia es una espiga simple erecta que puede medir entre 3 y 7 cm, compuesta de flores de color verde blanquecino. Los frutos tienen forma de huevo alargado, de color amarillo verdoso y no tiene vellosidades ni gránulos en su especie (EcuRed, 2019). No se ha evaluado su estado de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *P. barbatum* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %) o siempre han existido (50 %). Los árboles están dispuestos en los predios de forma dispersa (25 %), en arreglos silvopastoriles (25 %), formando cercas vivas (25 %) o como parte de una reserva natural o bosque (25 %).

Usos: Los frutos de esta especie son una fuente de alimento tanto para aves como para murciélagos. En términos medicinales, sus hojas se pueden utilizar en infusión para tratar hemorragias pulmonares, problemas renales, dolores de cabeza y malestares estomacales. El polvo derivado de la planta puede detener hemorragias nasales, y el macerado de la planta completa se emplea en casos de dermatitis, como desinfectante y para tratar heridas (Jiménez-Durán et al., 2021; Noriega et al., 2020; Torres-Hormaza et al., 2020).

Servicios reportados por los productores: Control de la erosión (14,3 %), materia orgánica (14,3 %), protección de fuentes hídricas (14,3 %), biodiversidad (14,3 %), belleza paisajística-ornamental (14,3 %), sombra (14,3 %) y protección contra el viento (14,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal.



Figura 31. *Piper barbatum*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Estructura de la planta (Cota, 2020).

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 30. Información nutricional de *Piper barbatum*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
26,04	16,71	5,98	9,49	36,22	24,02	4,08

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
6,27	5,56	23,04	8,67	29,59	48,50	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
65,28	4,29	2,81	2,20	1,35	5,46	76,22
n=9						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Especies para protección de fuentes hídricas

Los árboles desempeñan un papel fundamental en la protección de fuentes hídricas, al estabilizar el suelo, regular el ciclo hidrológico, filtrar y purificar el agua, mantener la humedad del suelo y proporcionar hábitats vitales para la vida acuática. Su presencia y manejo adecuado son esenciales para la conservación y la gestión sostenible de los recursos hídricos (García & Leal, 2019).

A continuación se presentan algunas de las especies que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han asociado a la protección de fuentes hídricas.

Ageratina asclepiadea

Autor: (L. f.) R. M. King & H. Rob.

Nombres comunes: Amargoso, amarguero, guasco, zorro, blanquillo (JBB, 2023).

Sinónimos: *Ageratina humboldtii* (Hieron) R. M. King & H. Rob., *Ageratina pomaderrifolia* (Benth) R. M. King & H. Rob., *Cacalia asclepiadea* L. f., *Eupatorium angustifolium* (Kunth) Spreng., *Eupatorium coperense* Hieron., *Eupatorium humboldtii* Hieron., *Eupatorium pomaderrifolium* Benth. (Bernal et al., 2019).

Familia: Asteraceae.

Origen: Nativa-endémica (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: En Colombia, en la cordillera Oriental, principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Tolima (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cogua, Guasca, Lenguaque, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.590 y 3.200 m s. n. m. En Colombia se ha observado desde 1.800 a 3.575 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Este arbusto, que alcanza una altura máxima de 4 m, no desarrolla un tronco grueso y se ramifica desde la base con ramas y pecíolos cilíndricos. Sus hojas son simples y opuestas, con forma lanceolada y bordes enteros, y están densamente cubiertas en su envés por vellosidades. Las flores se agrupan en capítulos que se ubican en los extremos de los tallos y presentan colores que varían entre blanco y lila. Su fruto es seco y no se abre al madurar, por lo que se considera como aquenio; contiene una semilla pequeña y alargada, en uno de los extremos tiene algo parecido a una pelusa que ayuda a que el viento la lleve a otros lugares para poder crecer. Hasta ahora, no se han realizado estudios de conservación sobre esta especie (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *A. asclepiadea* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (66,7 %) o siempre han existido (33,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (66,7 %) o de forma dispersa (33,3 %).

Usos: Las comunidades locales de la Reserva Forestal Protectora El Robledal, ubicada en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, utilizan esta especie como una forma de recuperar los humedales en la zona. Su importancia en la restauración de los humedales de Torca y Tintal, en la ciudad de Bogotá, ha sido destacada (Cogollo Calderón et al., 2020).

Esta especie se considera una opción recomendable para iniciar procesos de restauración, ya que forma matorrales que crean un entorno propicio para el desarrollo de otras especies. Además, sus inflorescencias, que cuentan con numerosas flores productoras de néctar, proporcionan alimento para una variedad de insectos (Cendales Castro, 2019; Cogollo Calderón et al., 2020).

Servicios reportados por los productores: Protección de fuentes hídricas (33,4 %), forraje (33,3 %) y sombra (33,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Biodiversidad y restauración del suelo.



Figura 32. *Ageratina asclepiadea*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Estructura de la planta (Bojacá, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 31. Información nutricional de *Ageratina asclepiadea*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
34,57	12,94	2,35	6,45	54,12	30,84	6,51

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,94	3,43	18,19	6,48	22,50	33,60	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,13	4,14	2,46	1,94	1,23	5,52	74,60
n=7						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Alnus acuminata

Autor: Kunth.

Nombres comunes: Aliso, abedul, chaquiro, fresco (JBB, 2023).

Sinónimos: *Alnus acuminata* var. *Ferruginea* (Kunth) Regel, *Alnus ferruginea* Kunth, *Alnus jorullensis* Kunth, *Alnus jorullensis* var. *Ferruginea* (Kunth) Kuntze (Bernal et al., 2019).

Familia: Betulaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Se encuentra en áreas montañosas desde México hasta Panamá y continúa bajando por los Andes hasta el norte de Argentina (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Carmen de Carupa, Cogua, Cucunubá, El Rosal, Facatativá, Funza, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Lenguazaque, Madrid, Nemocón, Paipa, Simijaca, Sopó, Subachoque, Suesca, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Ubalá, Ubaté, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.538 y 3.120 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.500 y 3.400 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Este árbol puede alcanzar 30 m de altura, tiene una copa de forma ovalada con un follaje de densidad media y sus raíces son superficiales. Cuando crece cerca de quebradas húmedas, su follaje es perenne y cuando crece en laderas semisecas es caducifolio (Conde et al., 2008). Es una especie monoica de floración estacional, sus inflorescencias masculinas son alargadas y colgantes y miden de 5 a 10 cm de largo, mientras que las femeninas se agrupan en forma de piña en racimos de 3 a 4 flores (Bartholomaus et al., 1998).

Se caracteriza por su rápido crecimiento y longevidad moderada, que puede variar entre 36 y 60 años. Es capaz de sobrevivir en un rango de temperatura de 4 a 18 °C, aunque también tolera breves periodos de temperaturas más bajas, incluso heladas. Para su desarrollo, requiere alta luminosidad y prefiere suelos ácidos con buen drenaje, de textura liviana y ricos en materia orgánica. Respecto a su estado de conservación, esta especie tiene una amplia distribución y una población numerosa sin amenazas importantes, por tanto, se considera poco preocupante (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *A. acuminata* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50,5 %), siempre han existido (33,3 %), fueron donados por un programa de fomento (9,7 %) o nacieron naturalmente (6,5 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (56,1 %), de forma dispersa (28,1 %), en arreglos silvopastoriles (10,5 %), como parte de una reserva natural o bosque (4,4 %) o en huertas o frutales (0,9 %).

Usos: Esta especie es usada en procesos de recuperación de suelos en zonas de ladera e inestables, gracias a su sistema de raíces que se expande lateralmente. Además, es utilizada para proteger fuentes hídricas y para mejorar la calidad de los pastos debido a su capacidad de fijar nitrógeno (Conde et al., 2008; Morales, 2018).

Su madera tiene diversos usos, desde la ebanistería hasta la construcción, pasando por la fabricación de instrumentos musicales, fósforos y postes. De hecho, existen plantaciones comerciales de esta especie con fines madereros. Las hojas de este árbol poseen propiedades medicinales, y son utilizadas para aliviar dolores articulares y musculares, tratar reumatismo, afecciones cutáneas y amigdalitis. Durante el invierno, cuando otras fuentes de alimento son limitadas, el polen de esta especie es un complemento alimenticio importante para las abejas (Visscher et al., 2020). Su corteza contiene una alta concentración de taninos, los cuales pueden ser extraídos y utilizados para curtir el cuero (Cabezas Gutiérrez et al., 2008; Morales, 2018).

Servicios reportados por los productores: Protección de fuentes hídricas (21 %), sombra (19,1 %), forraje (17,8 %), protección contra el viento (11,5 %), biodiversidad (7,6 %), belleza paisajística-ornamental (6,4 %), materia orgánica (5,1 %), control de la erosión (4 %), leña o carbón (2,5 %), maderable (2,5 %), símbolo cultural o religioso (1,3 %), frutales o consumo humano (0,6 %) y medicina humana y animal (0,6 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Restauración del suelo.



Figura 33. *Alnus acuminata*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Uso como cerca viva; c. y d. Árbol disperso en potrero (Mosquera, 2021).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 32. Información nutricional de *Alnus acuminata*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
39,91	15,69	3,52	7,56	45,84	21,33	6,07

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,44	3,24	23,52	12,60	34,46	50,79	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
65,31	4,16	2,72	2,18	1,34	5,52	74,58
n=47						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Oreopanax incisus

Autor: (Schult.) Decne. & Planch.

Nombres comunes: Mano de oso, guache, candelero.

Sinónimos: *Aralia floribunda* Kunth, *Hedera floribunda* (Kunth) DC., *Oreopanax floribundum* (Kunth) Decne. & Planch (Bernal et al., 2019).

Familia: Araliaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Es un árbol endémico de Colombia, característico de los altos Andes en la cordillera Occidental (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cogua, Gachancipá, Guasca, San Francisco, Suesca, Subachoque, Susa, Sutatausa, Tenjo.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 2.866 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 2.000 y 2.900 m (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol que puede alcanzar una altura de hasta 25 m y 50 cm de DAP. Copa de forma redondeada y corteza color gris parduzco. Las hojas se dividen en 4 a 8 partes pequeñas llamadas lóbulos, de forma similar a una mano abierta, son fuertes, resistentes y con una textura dura. Su tamaño es de alrededor de 25 cm de largo por 40 cm de ancho. Crecen horizontalmente y están ubicadas de manera alternada en el tallo.

Presenta inflorescencia en panículas densas de hasta 50 cm de largo, dispuestas al final del tallo. Cada flor tiene pétalos amarillentos a blancos que se caracterizan por tener una forma estrellada. Los frutos son bayas redondeadas de 5 a 8 mm de diámetro, de color rojo o morado oscuro al madurar. Cada baya contiene varias semillas en su interior, de color marrón y forma alargada. Actualmente su estado de conservación no ha sido evaluado (Roa & Moreno, 2010; Toro-Murillo, 2012; UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *O. incisus* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %), siempre han existido (40 %) o nacieron naturalmente (10 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (58,3 %), de forma dispersa (16,7 %), como parte de una reserva natural o bosque (16,7 %) o en arreglos silvopastoriles (8,3 %).

Usos: Su madera es apta para carpintería, fabricación de guitarras, utensilios de cocina y cajas para dulces. Sus frutos son alimento para avifauna y se usa para la protección de fuentes hídricas (Montenegro & Ríos, 2008; Cendales Castro, 2019).

Servicios reportados por los productores: Protección de fuentes hídricas (20 %), sombra (20 %), belleza paisajística-ornamental (15 %), biodiversidad (15 %), protección contra el viento (10 %), frutales o consumo humano (5 %), maderable (5 %), materia orgánica (5 %) y medicina humana y animal (5 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Leña o carbón.



Figura 34. *Oreopanax incisus*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Detalle de la estructura de la inflorescencia (Bojacá, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 33. Información nutricional de *Oreopanax incisus*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
37,76	9,88	4,16	7,01	56,44	32,45	7,15

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
2,49	2,49	18,50	11,66	28,18	40,35	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
57,18	4,20	2,40	1,85	1,16	5,50	75,07
n=9						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Trichanthera gigantea

Autor: (Humb. & Bonpl.) Nees.

Nombres comunes: Cajeto, quiebrabarrigo, nacedero, aro.

Sinónimos: *Besleria surinamensis* Miq., *Clerodendrum verrucosum* Splitg. ex de Vriese., *Ruellia gigantea* Humb. & Bonpl., *Trixanthera angularis* Raf. (Bernal et al., 2019).

Familia: Acanthaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Se encuentra en Centroamérica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, las Guayanas, Brasil y Argentina (Bernal et al., 2019).

Municipios: El Rosal, Nemocón, Subachoque, Tenjo, Ubaté.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.545 y 2.721 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 0 y 2.000 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Leñosa de hasta 12 m de altura con copa en forma piramidal o redondeada. Sus hojas son simples y opuestas de color verde oscuro con longitud entre 14 y 30 cm. Las inflorescencias se caracterizan por su forma de campana de color rojo oscuro con 3 a 4 cm de longitud, que sobresalen en la copa del árbol produciendo néctar en la tarde y la noche, lo que permite atraer diferentes especies

de murciélagos, aves e insectos. Sus frutos son de forma alargada, de hasta de 2 cm de longitud, y contienen en promedio dos semillas redondas (Bartholomaeus et al., 1998). Respecto a su estado de conservación, esta especie tiene una amplia distribución y una población numerosa sin amenazas importantes, por tanto, se considera poco preocupante (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *T. gigantea* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (66,7 %) o siempre han existido (33,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (55,6 %), de forma dispersa (22,2 %), en arreglos silvopastoriles (11,1 %) o como parte de una reserva natural o bosque (11,1 %).

Usos: Esta especie es muy usada en la alimentación de bovinos, caprinos, equinos, porcinos y aves debido a su alto valor nutricional. También se utiliza como cerca viva, proporciona sombra y contribuye a la conservación de fuentes hídricas. Juega un papel importante en procesos de restauración de bosques y áreas erosionadas, gracias a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico al hacer simbiosis con actinomicetos y bacterias del género *Frankia* (Corpochivor et al., 2020).

Servicios reportados por los productores: Protección de fuentes hídricas (18,8 %), sombra (18,8 %), protección contra el viento (18,8 %), belleza paisajística-ornamental (12,5 %), biodiversidad (12,5 %), control de la erosión (6,2 %), forraje (6,2 %) y materia orgánica (6,2 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Frutales o consumo humano, medicina humana y animal, restauración del suelo y flores melíferas.



Figura 35. *Trichanthera gigantea* a. y b. Estructura de la planta; c, d y e. Detalle de las hojas (Zipacón, 2023).

Fotos: Diana Parra

Tabla 34. Información nutricional de *Trichanthera gigantea*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
39,97	9,63	3,93	8,00	48,52	25,66	6,65

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,61	4,17	25,79	12,42	29,48	47,56	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
59,12	4,13	2,44	1,93	1,20	5,53	74,27
n=3						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Viburnum tinoides

Autor: L. f.

Nombres comunes: Garrocho, juco, chucua, sauco de monte.

Sinónimos: *Viburnum leptophyllum* Killip & A. C. Sm. (Bernal et al., 2019).

Familia: Adoxaceae.

Infraespecíficos: *Viburnum tinoides* var. *Venezuelense* (Killip & A. C. Sm.) Steyererm. (Bernal et al., 2019).

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Se distribuye en los Andes, desde Colombia y Venezuela hasta Bolivia (Bernal et al., 2019).

Municipios: Subachoque, Suesca, Sutatausa, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.675 y 2.980 m s. n. m. En Colombia se encuentra en las tres cordilleras, entre 920 y 3.724 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol, trepadora (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Leñosa pequeña que puede alcanzar hasta 11 m de altura y 15 cm de DAP. Sus ramas y hojas nuevas tienen pocos vellos y son lisas. Sus hojas son simples y se encuentran en posiciones opuestas en el tallo, con los bordes levemente

dentados, y venas que se unen hacia la punta de la hoja. Su inflorescencia es una estructura llamada umbela, por su semejanza a una sombrilla, de flores pequeñas color morado o negro al madurar, con una longitud entre 6 y 10 cm aproximadamente. Su crecimiento se da en rastrojos y bosques secundarios, también en robledales y bosques mixtos. Esta especie tiene una tasa de crecimiento lenta y es de corta longevidad. No se ha evaluado su estado de conservación (Gil-Leguizamón et al., 2020; Toro-Murillo, 2012; UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *V. tinoides* se encuentran en el predio porque nacieron naturalmente (33,4 %), fueron plantados por el productor (33,3 %) o siempre han existido (33,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (33,3 %), en arreglos silvopastoriles (33,3 %), de forma dispersa (16,7 %) o como parte de una reserva natural o bosque (16,7 %).

Usos: Su madera se utiliza para leña, construcción y cabos de herramientas. Sus frutos son consumidos por aves silvestres (Gil-Leguizamón et al., 2020).

Servicios reportados por los productores: Protección de fuentes hídricas (20 %), sombra (20 %), belleza paisajística-ornamental (10 %), biodiversidad (10 %), control de la erosión (10 %), forraje (10 %), materia orgánica (10 %) y protección contra el viento (10 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Leña o carbón y medicina humana y animal.



Figura 36. *Viburnum tinoides*. a. y b. Detalle de la estructura de las hojas; c. Detalle de los frutos (Subachoque, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra

Tabla 35. Información nutricional de *Viburnum tinoides*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
36,16	8,53	4,22	3,87	36,93	26,60	4,50

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
2,31	5,75	21,83	19,14	52,31	74,06	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
72,25	4,39	2,67	2,08	1,28	5,43	77,43
n=3						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Servicios agroecosistémicos culturales

Este tipo de servicios agroecosistémicos proveen beneficios indirectos o intangibles que se obtienen del ecosistema, y proporcionan belleza paisajística, relajación y descanso, convivencia comunitaria y social, y hacen parte de la transmisión del conocimiento y mantenimiento de tradiciones (Arcos-Severo et al., 2020; Paz-Velasco, 2022).

Especies ornamentales o de belleza paisajística

Los árboles ofrecen un servicio de belleza paisajística significativo a través de sus formas variadas, follaje colorido, flores y frutos ornamentales, siluetas y texturas interesantes, efectos de sombra y luz, así como su papel en el diseño del paisaje. Su presencia en el entorno natural agrega encanto estético y contribuye a la creación de espacios visualmente agradables (Arcos-Severo et al., 2020; Isbell et al., 2017; Marinidou et al., 2019).

A continuación se presentan algunas de las especies que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han asociado como ornamentales o que aportan belleza paisajística.

Abatia parviflora

Autor: Ruiz & Pav.

Nombres comunes: Duraznillo, chirlobirlo, sacaojos colorado, palo blanco, velitas (JBB, 2023).

Sinónimos: *Abatia borealis* L. O. Williams; *Abatia verbascifolia* Kunth (Bernal et al., 2019).

Familia: Salicaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Costa Rica, Colombia, Ecuador y Perú (Bernal et al., 2019).

Municipios: Fúquene, Gachancipá, Guasca, Nemocón, Subachoque, Tabio, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.580 y 2.830 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.990 y 3.382 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Este arbusto puede alcanzar una altura entre 5 y 10 m, con ramas que empiezan a desarrollarse desde aproximadamente 1 m de altura, formando una copa ovalada con follaje verde brillante. Los tallos son cilíndricos y las hojas son simples, opuestas y oblango-lanceoladas, alcanzando una longitud de unos 15 cm y con un borde finamente dentado. Sus inflorescencias, dispuestas en el extremo de las ramas o en las axilas de las hojas, son racimos en forma de vela que miden entre 15 y 20 cm. Las flores, de 5 mm de diámetro, son bisexuales, fragantes y presentan un anillo nectarífero. Los frutos son cápsulas globosas de 8 mm de diámetro, de color marrón claro y contienen varias semillas (Arroyave et al., 2014; Arroyave et

al., 2018; Bernal et al., 2019; Cárdenas & Salinas, 2007; Rojas-Hernández & Rodríguez-Uramis, 2008).

Respecto a su estado de conservación, esta especie tiene una amplia distribución y una población numerosa sin amenazas importantes, por tanto, se considera poco preocupante (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *A. parviflora* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %), donados por un programa de fomento (25 %) o siempre han existido (25 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (42,9 %), de forma dispersa (28,6 %), en arreglos silvopastoriles (14,3 %) o como parte de una reserva natural o bosque (14,2 %).

Usos: Su aspecto atractivo la hace adecuada para fines ornamentales en jardinería y paisajismo. Su madera es utilizada en carpintería para la fabricación de muebles y artesanías debido a su calidad y durabilidad. Esta especie es empleada como cerca viva y para protección de fuentes hídricas. Se ha reportado su uso como especie melífera ideal para sistemas de producción apícola (Colmenares-Trejos et al., 2011; Montoya-Pfeiffer et al., 2021; Rey-Sánchez & Posada, 2019).

Servicios reportados por los productores: Belleza paisajística-ornamental (20 %), sombra (20 %), protección contra el viento (20 %), biodiversidad (10 %), control de la erosión (10 %), materia orgánica (10 %) y protección de fuentes hídricas (10 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Maderable y flores melíferas.



Figura 37. *Abatia parviflora*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Estructura de la planta; c. Detalle de la estructura de la inflorescencia (Subachoque y Mosquera, 2020).
Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 36. Información nutricional de *Abatia parviflora*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
33,01	12,66	2,06	7,14	47,64	24,82	5,97

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,12	4,82	21,06	9,53	29,09	43,55	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,14	4,22	2,54	1,97	1,23	5,54	73,96
n=7						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Brugmansia insignis

Autor: (Barb. Rodr.) R. E. Schult.

Nombres comunes: Borrachero, cacao sabanero, trompeta de ángel.

Sinónimos: *Datura insignis* Barb. Rodr. (Bernal et al., 2019).

Familia: Solanaceae.

Origen: Nativa-endémica (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Región superior del Amazonas y en la base oriental de las montañas de los Andes, desde Colombia hasta el norte de Chile, y parte del sudeste de Brasil (Bernal et al., 2019).

Municipios: Carmen de Carupa, El Rosal, Gachancipá, Madrid, Susa, Sutatausa, Tausa, Tenjo, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.539 y 3.200 m s. n. m. En Colombia se ha reportado entre 80 y 2.200 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Arbustos de hasta 4 m de altura con presencia de hojas grandes de forma ovoide-lanceolada con dimensiones de 4 a 20 cm de ancho y 10 a 30 cm de largo. Se destaca por sus flores de gran tamaño, inclinadas y en forma de embudo, que pueden ser blancas, amarillas y rosadas, presentando largos zarcillos en el borde de la corola. Esta especie contiene alcaloides de rápida absorción, como la escopolamina y la hiosciamina, lo que la convierte en una planta con toxicidad impredecible, ya que puede ser letal tanto para humanos como para animales.

La UICN (2021) ha catalogado a esta especie como extinta en estado silvestre. Sin embargo, al igual que otras especies de su género, se ha asegurado su supervivencia gracias a la popularidad como planta ornamental.

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *B. insignis* se encuentran en el predio porque fueron plantados por

el productor (66,7 %) o siempre han existido (33,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios de forma dispersa (40 %), formando cercas vivas (40 %) o como parte de una reserva natural o bosque (20 %).

Usos: Esta especie es muy valorada por sus propiedades medicinales y espirituales, especialmente por las comunidades indígenas, debido a su poder alucinógeno cuando se usa de forma adecuada y respetuosa, sin propósitos ilegales (De Feo, 2004; Pundir et al., 2022). Además, es frecuentemente empleada con propósitos ornamentales.

Servicios reportados por los productores: Belleza paisajística-ornamental (28,6 %), biodiversidad (28,5 %), forraje (14,3 %), protección de fuentes hídricas (14,3 %) y protección contra el viento (14,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal, símbolo cultural y religioso.

Tabla 37. Información nutricional de *Brugmansia insignis*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
16,61	25,38	2,27	12	23,21	14,13	4,16

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
7,09	7,25	1,72	0,41	7,93	13,50	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
86,06	4,08	2,91	2,38	1,45	5,56	73,63
n=11						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.



Figura 38. *Brugmansia insignis*. a. Estructura de la planta; b. Detalle del tronco; c. Detalle de la hoja; d. Detalle de la flor cerrada; e. Estructura de la flor; f. y g. Detalle del fruto (Mosquera y Madrid, 2020).

Fotos: Diana Marcela Parra Forero y Andrea Milena Sierra Alarcón

Cestrum nocturnum

Autor: L., 1753

Nombres comunes: Jazmín nocturno, caballero de la noche, jazmín de noche, flautilla.

Sinónimos: *Cestrum spicatum* Mill. (Bernal et al., 2019).

Familia: Solanaceae.

Origen: Naturalizada. Especie originaria de la India (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: América: Haití, República Dominicana, Cuba, Puerto Rico, Antillas Menores, México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Guayanas, Brasil, Ecuador, Perú, Hawái, Estados Unidos. Europa: España, Francia, Italia (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cota, El Rosal, Facatativá, Fúquene, Guasca, Nemocón, Subachoque, Sutatausa, Tabio, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.570 y 2.721 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 200 y 2.600 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Subarbusto, arbusto (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Arbusto que puede alcanzar una altura de 5 m. Sus hojas son oblongo-ovaladas y miden de 6 a 15 cm de largo, con un color verde oscuro. Sus numerosas flores de color blanco-verdoso o amarillo-verdoso se agrupan en racimos cortos con panículas largas y tienen un aroma extremadamente perfumado que se desprende durante toda la noche. Su fruto es una baya globosa que mide entre 7 y 10 mm de largo, de color blanco y contiene varias semillas. Este arbusto se desarrolla bien tanto en bosques húmedos templados como en áreas abiertas, aunque también puede crecer en lugares con algo de sombra. Hasta la fecha, no se ha realizado una evaluación oficial sobre su estado de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *C. nocturnum* se encuentran en el predio porque fueron plantados

por el productor (66,7 %), siempre han existido (26,7 %) o fueron donados por un programa de fomento (6,6 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (75 %), de forma dispersa (12,5 %) o en arreglos silvopastoriles (12,5 %).

Usos: Es una planta ampliamente cultivada por su atractivo estético y su fragancia nocturna, que atrae polinizadores nocturnos como polillas y murciélagos (Overland, 1960). Diversos estudios han identificado sus propiedades terapéuticas, ya que contiene compuestos bioactivos importantes, como alcaloides, flavonoides, saponinas esteroidales, ácidos grasos, aceites esenciales, fenoles, entre otros, en diferentes partes de la planta (Restrepo & Echeverri, 2018).

En medicina tradicional, se utiliza tópicamente para aliviar problemas en la piel. Sin embargo, varios estudios científicos han informado sobre su amplio espectro de actividad farmacológica, incluyendo su uso en el tratamiento de la presión arterial y diabetes mellitus o como analgésico, antiespasmódico, antiviral, protector hepático, entre otros. Algunos estudios también han señalado efectos negativos, como la pérdida de la fuerza y frecuencia de las contracciones del músculo cardíaco (Nagar et al., 2016). En reportes más recientes, se están estudiando propiedades antiepilépticas y neurofarmacológicas y se evalúan los efectos de la cocción de hojas secas de esta planta para el tratamiento experimental de la epilepsia y el comportamiento (Ali Khan et al., 2011; Imran Qadir et al., 2014; Kamboj et al., 2013; Pérez-Saad & Buznego, 2008).

En otras investigaciones se está estudiando el uso de sus extractos para el manejo integrado de plagas y enfermedades causadas por virus, bacterias y hongos en cultivos de interés como frijol, tomate, pepino y berenjena (Al-Reza et al., 2010).

Servicios reportados por los productores: Belleza paisajística-ornamental (20 %), sombra (20 %), biodiversidad (16 %), protección contra el viento (16 %), maderable (8 %), protección de fuentes hídricas (8 %), frutales o consumo humano (4 %), materia orgánica (4 %) y medicina humana y animal (4 %).



Figura 39. *Cestrum nocturnum* a. Estructura de la planta; b. Detalle de las ramas; c. Estructura de las hojas; d. Detalle de la flor (Cajicá, 2020).
Fotos: Diana Parra

Tabla 38. Información nutricional de *Cestrum nocturnum*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
29,82	12,62	3,15	7,09	38,12	22,70	4,60

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,96	4,79	26,53	14,92	44,05	60,96	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
62,44	4,25	2,65	2,07	1,28	5,48	75,63
n=2						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Escallonia pendula

Autor: (Ruiz & Pav.) Pers.

Nombres comunes: Loqueto, mangle sabanero, macle, mangle de tierra fría, magle (JBB, 2023).

Sinónimos: *Stereoxylon pendulum* Ruiz & Pav. (Bernal et al., 2019).

Infraespecíficos: *Escallonia pendula* var. *Granatensis* Engl., *Escallonia pendula* var. *Humboldtiana* Engl., *Escallonia pendula* var. *Pendula* (Bernal et al., 2019).

Familia: Escalloniaceae.

Origen: Nativa de las cordilleras Central y Oriental de Colombia (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Venezuela a Perú (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cajicá, Guasca, Nemocón, Sopó, Susa, Tabio.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 2.866 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 1.450 y 3.100 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Esta especie puede crecer hasta 10 m de altura. Su tronco es redondeado y tiene una corteza escamosa que varía de gris a marrón. La forma de su copa se asemeja a un parasol. Sus hojas son simples y alternas, con una forma

lanceolada y pequeñas vellosidades, además de ser ligeramente pegajosas cuando están frescas. Por lo general, se agrupan en las puntas de las ramitas, miden entre 10 y 20 cm de largo y de 3 a 4,5 cm de ancho, con bordes finamente denticulados. Las flores son hermafroditas, con cáliz y corola presentes, miden de 1 a 1,4 cm de largo y se encuentran en abundancia en largas espigas colgantes en las puntas de las ramas; estas espigas pueden medir de 20 a 35 cm. Los frutos son globosos, de 5 mm de diámetro, con pequeñas vellosidades y albergan numerosas semillas diminutas (Arroyave et al., 2018).

Esta especie crece rápidamente y tiene una vida moderadamente larga. Es capaz de tolerar suelos compactados, degradados, ácidos y salinos, y puede soportar una cierta cantidad de sombra. Por esta razón, se considera una buena opción para la rehabilitación de suelos. Hasta el momento, su estado de conservación no ha sido evaluado (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *E. pendula* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %), donados por un programa de fomento (25 %) o siempre han existido (25 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (75 %) o de forma dispersa (25 %).

Usos: Debido a la forma de su copa y a la densidad de su follaje, esta planta es ideal para proporcionar sombra en sistemas silvopastoriles y agrícolas (Cabezas Gutiérrez et al., 2008). También se utiliza para proteger fuentes hídricas y para recuperar suelos erosionados, ya que tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico (Morales, 2018). Además, es apreciada como planta ornamental en espacios como parques. Su madera se emplea en trabajos de ebanistería y como fuente de leña (Arroyave et al., 2018).

Servicios reportados por los productores: Belleza paisajística-ornamental (40 %), biodiversidad (20 %), sombra (20 %) y protección contra el viento (20 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Maderable, leña o carbón, control de erosión y protección de fuentes hídricas.



Figura 40. *Escalonia pendula*. a. Estructura de una planta en crecimiento; b. Detalle de la estructura de las hojas; c. Detalle de la inflorescencia; d. Hojas y flores (Cajicá, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierrta

Tabla 39. Información nutricional de *Escalonia pendula*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
29,94	11,94	2,72	6,15	41,87	21,74	4,62

(Continúa)

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
2,28	3,92	26,96	14,03	34,97	55,33	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
62,19	4,12	2,57	2,07	1,28	5,54	74,08
n=7						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Senna viarum

Autor: (Little) H. S. Irwin & Barneby.

Nombres comunes: Alcaparro, alcaparro de Bogotá, alcaparro grande (JBB, 2023).

Sinónimos: *Cassia velutina* (Britton & Killip) García-Barr., *Cassia viarum* Little, *Chamaesenna velutina* Britton & Killip. (Bernal et al., 2019).

Familia: Fabaceae.

Origen: Nativa y cultivada (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Originario de los Andes de Ecuador y el sur de Colombia, introducido y cultivado en la cordillera Oriental de Colombia (Bernal et al., 2019; Moreno et al., 2018).

Municipios: Cajicá, Cogua, Madrid, Subachoque, Suesca, Susa, Tenjo, Zipacón.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.539 y 2.866 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.900 y 2.900 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Árbol (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Árbol que puede alcanzar una altura entre 5 y 15 m, con un DAP de 25 cm. Su tronco es torcido e irregular y su corteza es lisa. La copa de este árbol tiene una forma arqueada o redondeada. Sus hojas son compuestas por 6 a 8 folíolos de forma oblongos o puntiagudos con borde entero, nerviación pronunciada y textura semejante al cuero, se disponen de manera alterna en el tallo. Este árbol es conocido por sus flores amarillas con forma de trompeta corta, con los pétalos separados en la corola. Sus frutos son vainas de color verde, que miden alrededor de 12 cm y albergan numerosas semillas en su interior (Bartholomaeus et al., 1998). Actualmente no se ha evaluado su estado de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *S. viarum* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %) o siempre han existido (50 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (57,1 %), de forma dispersa (28,6 %) y en arreglos silvopastoriles (14,3 %).

Usos: La floración llamativa de esta especie atrae diferentes polinizadores como abejas y abejorros (Alarcón et al., 2022; González Jurado 2022; Padilla Báez et al., 2021). Se usa medicinalmente como tratamiento para la sinusitis y la infusión de sus hojas se usa para aliviar la disentería; también se pueden extirpar los cogollos hasta que salga el agua, la cual se inhala hasta que llegue a la fosa nasal (Corpochivor et al., 2020).

Servicios reportados por los productores: Belleza paisajística-ornamental (28,6 %), biodiversidad (21,4 %), forraje (14,3 %), sombra (14,3 %), protección contra el viento (14,3 %) y materia orgánica (7,1 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal y flores melíferas.



Figura 41. *Senna viarum*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Detalle de la estructura de la inflorescencia (Cogua, 2020).
Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 40. Información nutricional de *Senna viarum*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
27,30	14,59	2,21	6,89	27,36	16,54	3,75

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
1,68	4,42	5,18	7,47	31,32	38,23	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
83,40	4,10	2,98	2,44	1,48	5,54	73,91
n=6						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Vallea stipularis

Autor: L. f.

Nombres comunes: Raque, sanjuanito, roso, chaque, campano, gaque, raco.

Familia: Elaeocarpaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Se distribuye por los Andes desde Venezuela y la cordillera Oriental colombiana, a través de Ecuador, Perú y Bolivia, hasta Argentina (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Guasca, Nemocón, Suesca, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.564 y 3.200 m s. n. m. En Colombia se puede encontrar entre 1.990 y 4.300 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Especie caducifolia que puede llegar a medir 10 m de altura. Tiene un tronco curvo y su copa forma un arco. Sus flores son de color rosado de 1 cm de diámetro y sus frutos tienen forma de cápsula redonda de color marrón claro, de unos 1,5 cm de diámetro, con gránulos en la superficie; cada uno contiene 4 semillas (Bartholomaeus et al., 1998). Esta leñosa se encuentra en muchas áreas, con gran población. Actualmente, no enfrenta amenazas importantes ni se han identificado problemas serios para su futuro. Por estas razones, se considera que esta especie no está en peligro (Ospina et al., 2016; UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *V. stipularis* se encuentran en el predio porque siempre han existido (57,1 %) o fueron plantados por el productor (42,9 %). Los árboles están dispuestos en los predios de forma dispersa (44,4 %), formando cercas vivas (44,4 %) o como parte de una reserva natural o bosque (11,2 %).

Usos: Es una especie de gran interés apícola debido a que las abejas prefieren el néctar de sus flores para la producción de miel. Su madera posee una robustez excepcional, lo que la hace apreciable en la carpintería; su superficie lisa permite un pulido impecable. En aplicaciones más prácticas, es usada para fabricar postes para cercas y como fuente de combustión. También se utilizan sus raíces como aromatizante. En términos medicinales, se le atribuyen propiedades cicatrizantes y analgésicas, y se utiliza en el tratamiento de escorbuto, gastritis y reumatismo (Ospina et al., 2016).

Servicios reportados por los productores: Belleza paisajística-ornamental (33,3 %), forraje (33,3 %), biodiversidad (16,7 %) y símbolo cultural o religioso (16,7 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Maderable, leña o carbón y flores melíferas.



Figura 42. *Vallea stipularis*. a. Estructura de las ramas; b, y c. Detalle de la estructura de las hojas; d. Detalle de la inflorescencia; e. Detalle de los frutos (Bojacá, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 41. Información nutricional de *Vallea stipularis*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
41,43	10,11	2,27	5,84	31,37	17,41	4,55

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,34	2,12	29,83	19,18	70,29	78,61	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
62,10	4,12	2,68	2,17	1,12	5,53	74,23
n=13						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Especies de símbolo cultural y religioso

Estos servicios culturales y religiosos resaltan el significado profundo que los árboles tienen en la vida espiritual y cultural de las personas. Los árboles se convierten en puntos de referencia sagrados, símbolos de creencia y tradición y fuentes de inspiración para la búsqueda de la trascendencia e identidad. Su protección y preservación son fundamentales para mantener estos servicios culturales y religiosos y el enriquecimiento espiritual de las comunidades (Millán-Rojas et al., 2021).

A continuación se presenta la especie que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han asociado como símbolo cultural y religioso.

Morella parvifolia

Autor: (Benth.) Parra-Os.

Nombres comunes: Cruz de mayo, laurel hojipequeño, laurel de monte, laurel de cera (JBB, 2023).

Sinónimos: *Myrica parvifolia* Benth., *Myrica parvifolia* var. *Longipedunculata* A. Chev., *Myrica parvifolia* var. *Lucens* A. Chev., *Myrica parvifolia* var. *Macrostachya* A. Chev., *Myrica parvifolia* var. *Obtusa* Benth. (Bernal et al., 2019).

Familia: Myricaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Distribución geográfica: Venezuela a Perú (Bernal et al., 2019).

Municipios: Guasca, Suesca, Tocancipá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.661 y 2.827 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.600 y 3.800 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Esta planta leñosa puede alcanzar 4 m de altura. Su ramificación empieza a 1 m del suelo, su copa tiene una forma redondeada. Las flores son de color blanco-rojizo y están agrupadas en forma de vela. Los frutos son pequeñas esferas negras con una única semilla de unos 5 mm. Su estado de conservación no ha sido evaluado (UICN, 2021), sin embargo, los productores encuestados han señalado que la población de esta especie ha disminuido debido a prácticas de tala irresponsables.

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *M. parvifolia* se encuentran en parches de áreas protegidas o hacen parte de la cerca viva de los predios.

Usos: Especie que proporciona alimento a la avifauna, tiene flores melíferas, la cera que produce y los frutos son aprovechados industrialmente. Por ser fijadora de ni-

trógeno, sirve para recuperar suelo y controlar la erosión. Dentro de los compuestos de sus hojas y frutos se encuentran antocianinas y glucósidos cianogénicos (Casas Restrepo et al., 2023; Ng et al., 2022).

Servicios reportados por los productores: Símbolo cultural o religioso (100 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Restauración del suelo, control de erosión, flores melíferas y biodiversidad.



Figura 43. *Morella parvifolia*. a. Estructura de la planta; b. Detalle de las hojas (Suesca, 2020).
Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 42. Información nutricional de *Morella parvifolia*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
45,68	11,12	2,34	3,95	42,13	26,17	5,20

(Continúa)

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
5,28	4,38	37,65	22,21	59,60	85,60	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,14	4,22	2,54	1,97	1,23	5,49	75,33
n=6						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Servicios agroecosistémicos de soporte

Estos servicios ecosistémicos hacen referencia a aquellos que participan de los procesos ecológicos necesarios para la provisión y existencia de los demás servicios ecosistémicos (Taipe Salazar, 2021).

Especies para la protección de la biodiversidad

Los árboles desempeñan un papel esencial en la protección de la biodiversidad, pues proporcionan hábitats, alimento, refugio y recursos para numerosas especies. Además, contribuyen a la conectividad de los ecosistemas, actúan como polinizadores, mejoran la calidad del agua y participan en diversas interacciones ecológicas. La conservación y el manejo sostenible de los árboles y los bosques son cruciales para garantizar la protección de la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas.

A continuación se presentan algunas de las especies que los productores, basándose en su experiencia y conocimiento local, han relacionado como importantes para la protección de la biodiversidad.

Clusia multiflora

Autor: Kunth.

Nombres comunes: Gaque, cucharo, chagualo, caucho gaque, imparmo.

Familia: Clusiaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Desde Costa Rica hasta Bolivia y Venezuela (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cogua, Lenguaque, San Francisco, Subachoque, Susa, Tenjo, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 3.080 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 80 y 3.500 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol, epífita (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Árbol dioico que puede alcanzar hasta 15 m de altura y un DAP de 30 cm, presenta una copa de forma irregular y follaje de color verde oscuro y textura carnosa. Sus flores unisexuales son aromáticas y de color amarillo pálido. Sus frutos son cápsulas carnosas que se abren naturalmente al madurar para expulsar sus múltiples semillas. Generalmente se encuentra en bosques secundarios, rastrojos altos, áreas abiertas y robledales. Esta especie de árbol tiene una distribución muy amplia, una gran población, actualmente no está experimentando ninguna amenaza importante y no se han identificado amenazas futuras significativas. Por lo tanto, se evalúa como de preocupación menor (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *C. multiflora* se encuentran en el predio porque siempre han existido (50 %) y hacen parte de una reserva natural o bosque (50 %).

Usos: La corteza externa exuda una resina viscosa de color amarillento que se utiliza como incienso, cicatrizante y purgante. Debido a la presencia de polietilenos en la resina exudada, se ha estudiado su uso como relleno no reforzante de compuestos vulcanizados con resistencia a la tracción y desgarró (Cortés et al., 2020; Lobatón & Márquez Peña, 2022). La madera es empleada en ebanistería y construcción, las raíces adventicias se usan para elaborar canastas y artesanías. Se puede encontrar en riberas y también se planta a lo largo de ellas para protegerlas. Es una especie de flores llamativas y el recubrimiento de las semillas es consumido por las aves (Delgado et al., 2020; Lobatón & Márquez Peña, 2022).

Servicios reportados por los productores: Biodiversidad (50 %) y sombra (50 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Maderable, leña o carbón, medicina humana y animal, protección de fuentes hídricas y belleza paisajística-ornamental.



Figura 44. Estructura de la planta de *Clusia multiflora*.

Foto: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 43. Información nutricional de *Clusia multiflora*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
37,17	10,80	3,84	5,56	41,39	22,07	5,48

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,86	3,25	33,22	15,37	41,10	58,93	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
61,18	4,18	2,56	2,02	1,25	5,51	74,86
n=8						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Cotoneaster pannosus

Autor: Franch.

Nombre común: Holly liso.

Sinónimos: *Cotoneaster pannosus* var. *Robustior* W. W. Sm. (Bernal et al., 2019).

Familia: Rosaceae.

Origen: Introducida, originaria del sur de China (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Cultivada alrededor del mundo (Bernal et al., 2019).

Municipios: Fúquene, Guasca, Susa, Tabio, Tenjo, Tocancipá, Ubaté.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.545 y 2.661 m s. n. m. En Colombia se encuentra entre 2.500 y 3.000 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Arbusto que alcanza 3 m de altura. Está cubierto de hojas simples de forma ovalada, con bordes lisos y de color verde pálido, dispuestas de manera alterna en el tallo. Sus inflorescencias, ubicadas al final de las ramas o en las axilas de las hojas, son corimbos conformados por abundantes flores pequeñas de color blanco o rosado. Los frutos son drupas de color negro o rojo-naranja y contienen entre 1 y 5 semillas, y son muy atractivos para las aves; incluso se han encontra-

do sus semillas en heces de faisanes (*Phasianus colchicus*) y marranos salvajes (*Sus scrofa*), que son un importante agente de dispersión. Esta especie prospera en suelos pobres, secos y en climas fríos, lo que la hace potencialmente invasiva. A la fecha no se ha evaluado su estado de conservación (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *C. pannosus* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (66,7 %) o fueron donados por un programa de fomento (33,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (100 %).

Usos: Es apreciada como planta ornamental y ha sido objeto de estudios que han evaluado los compuestos bioactivos presentes en sus frutos, entre los cuales se destaca el ácido gálico, al cual se le atribuye una alta actividad antioxidante para ser usado como antifúngico, neuroprotector y hepatoprotector. Otros de los compuestos presentes en sus hojas y frutos son los flavonoides, ácidos fenólicos, glucósidos cianogénicos y esteroides (Ballén Díaz & Vargas Bautista, 2022; Kicel, 2020).

Servicios reportados por los productores: Biodiversidad (33,3 %), protección contra el viento (33,3 %), belleza paisajística-ornamental (22,3 %) y forraje (11,1 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Frutales o consumo humano.



Figura 45. *Cotoneaster pannosus*. a. Detalle de la estructura de las hojas; b. Estructura de la planta; c. Detalle de la estructura de la inflorescencia (Tenjo, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 44. Información nutricional de *Cotoneaster pannosus*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
45,97	10,79	3,04	6,47	42,72	22,87	4,92
Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
3,31	3,78	24,72	14,00	35,40	54,45	
Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,92	4,14	2,75	2,24	1,37	5,53	74,39
n=8						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Fuchsia boliviana

Autor: Carrière.

Nombres comunes: Platanito, zarcillejo, fucsia, platanillo, coralina (JBB, 2023).

Sinónimos: *Fuchsia cuspidata* Fawc. & Rendle, *Fuchsia lenneana* Warcz.

Familia: Oenotheraceae.

Origen: Naturalizada (JBB, 2023).

Distribución geográfica: Nativa de Perú, Bolivia y Argentina; cultivada en los trópicos.

Municipios: Carmen de Carupa, Cogua, El Rosal, Fúquene, Subachoque, Tausa, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.589 y 3.100 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.790 y 2.700 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019).

Descripción y hábitat: Este arbusto alcanza 4 m de altura y presenta una ramificación que empieza desde el suelo, dando lugar a una copa arqueada. Sus hojas son de forma ovalada y alargada, simples y dispuestas de manera opuesta en el tallo. Sus flores, de tono rojo, son colgantes, miden unos 7 cm y se presentan agrupadas. Sus frutos son bayas alargadas y carnosas, tienen unos 3 cm de longitud, presentan un color morado y albergan múltiples semillas en su interior.

Tiene un crecimiento rápido y se encuentra comúnmente en bosques nubosos. Cuenta con una distribución amplia y una población numerosa, actualmente no está experimentando ninguna amenaza importante y no se han identificado amenazas futuras significativas. Por lo tanto, esta especie se evalúa como de preocupación menor (UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *F. boliviana* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %) o siempre han existido (50 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (100 %).

Usos: Esta especie es muy apreciada y cultivada como planta ornamental. Los antiguos incas cultivaron esta planta debido a sus frutos comestibles, los cuales todavía son comercializados en los mercados de América del Sur. Estos frutos también hacen parte de la dieta de aves silvestres. Además de su valor nutricional, tienen una destacada actividad antioxidante y se ha informado sobre su uso en el tratamiento de enfermedades venéreas (Ibáñez-Calero & Loayza Afonso, 2019; Rojas, 2017).

Servicios reportados por los productores: Biodiversidad (33,4 %), forraje (33,3 %) y símbolo cultural o religioso (33,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Frutales o consumo humano, medicina humana y animal y belleza paisajística-ornamental.



Figura 46. *Fuchsia boliviana*. a. Detalle de la estructura de las hojas (Mosquera, 2020); b. Uso como cerca viva (Mosquera, 2020); c. Detalle de los frutos; d. Detalle de la inflorescencia (Susa, 2021).
Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 45. Información nutricional de *Fuchsia boliviana*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
23,46	15,89	2,82	7,82	36,52	21,33	4,76

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,49	4,69	12,44	13,18	42,88	56,07	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
65,47	4,24	2,80	2,23	1,37	5,49	75,51
n=10						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Morella pubescens

Autor: (Willd.) Wilbur.

Nombres comunes: Laurel de cera, aroma, olivo de cera, laurel.

Sinónimos: *Myrica arguta* Kunth, *Myrica caracasana* Kunth, *Myrica interrupta* Benth., *Myrica polycarpa* Kunth, *Myrica pubescens* Willd. (Bernal et al., 2019).

Familia: Myricaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Costa Rica a Venezuela y Bolivia (Bernal et al., 2019).

Municipios: Cota, Fúquene, Subachoque, Susa, Tausa, Tocancipá, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 3.120 m s. n. m. Se encuentra en Colombia entre 1.700 y 3.900 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Arbusto que puede alcanzar hasta 5 m de altura con copa en forma redondeada y follaje denso. Las hojas son simples y alternas con forma de óvalo alargado y borde dentado. Sus inflorescencias son espigas axilares de hasta 2 cm de largo y flores pequeñas de color verde-amarillento. Los frutos redondos tienen una sola semilla y superficie cerosa de olor agradable. Esta especie de árbol cuenta con una distribución muy amplia, una gran población, actualmente no está experimentando ninguna amenaza importante y no se han identificado amenazas futuras

significativas. Por lo tanto, se evalúa como de preocupación menor (Toro-Murillo, 2012; UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *M. pubescens* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (50 %) o siempre han existido (50 %). Los árboles están dispuestos en los predios de forma dispersa (50 %), formando cercas vivas (25 %) o como parte de una reserva natural o bosque (25 %).

Usos: Gracias a sus raíces profundas, se utiliza para la rehabilitación de áreas degradadas, para prevenir la erosión en terrenos inclinados y para la protección de cuencas hidrográficas. Sus frutos son esenciales para la avifauna y se emplean en la fabricación industrial de jabones, barnices, velas y betunes. La actividad biológica del aceite esencial extraído de sus hojas, cuyos principales compuestos son trans-cariofileno (21,3 %), α -selineno (10,7 %), β -selineno (10,0 %), óxido de cariofileno (4,8 %), selino-3,7(11)-dieno (3,3 %) y β -elemenona (2,6 %), sugiere que esta especie es un potencial en la industria farmacéutica y cosmética (Arango et al., 2009; Luna, 2011; Valarezo et al., 2023).

Servicios reportados por los productores: Biodiversidad (16,7 %), control de la erosión (16,7 %), forraje (16,7 %), protección de fuentes hídricas (16,7 %), sombra (16,6 %) y protección contra el viento (16,6 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Leña o carbón, restauración del suelo y belleza paisajística-ornamental.



Figura 47. *Morella pubescens*. a. Estructura de la planta; b. Detalle de la estructura de las hojas (Tausa, 2020).

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Tabla 46. Información nutricional de *Morella pubescens*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
42,63	12,40	3,23	6,01	44,89	27,27	5,84

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,08	3,58	23,92	13,85	35,93	55,94	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
60,81	4,20	2,56	2,00	1,24	5,50	75,10
n=7						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Myrcianthes leucoxyla

Autor: (Ortega) McVaugh.

Nombres comunes: Arrayán, palo blanco, mortino, guayabón.

Sinónimos: *Eugenia foliosa* (Kunth) DC., *Myrcianthes foliosa* (Kunth) McVaugh, *Myrtus foliosa* Kunth (Bernal et al., 2019).

Familia: Myrtaceae.

Origen: Nativa (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Se distribuye en la región Andina de Colombia (Bernal et al., 2019).

Municipios: Bojacá, Cajicá, Cogua, Cota, Cucunubá, El Rosal, Facatativá, Fúquene, Gachancipá, Guachetá, Guasca, Nemocón, San Francisco, Subachoque, Suesca, Susa, Tenjo, Tocancipá, Ubalá, Zipacón, Zipaquirá.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.547 y 2.980 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 2.650 y 3.200 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto, árbol (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Leñosa perenne que puede alcanzar una altura de 16 m con copa de forma aparasolada y follaje espeso de color verde oscuro brillante. Las flores son de color blanco amarillento y los frutos son redondos de color rojo pálido o amarillo crema cuando están maduros. Este tipo de árbol crece lentamente, pero puede vivir más de 60 años.

Su crecimiento es mejor entre 2.200 y 3.100 m s. n. m., con luminosidad media y suelos fértiles y bien drenados. Actualmente, se considera que esta especie no enfrenta un riesgo significativo, ya que su área de distribución es amplia. Sin embargo, su hábitat está en constante disminución, principalmente debido a actividades como la agricultura, la ganadería y la tala. Si esta presión sobre su entorno continúa aumentando, la especie podría estar en peligro en el futuro (Bernal et al., 2019; Colmenares-Trejos et al., 2011; Cortés, 2013; UICN, 2021;).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *M. leucoxyla* se encuentran en el predio porque siempre han existido (52,4 %), fueron plantados por el productor (33,3 %) o nacieron naturalmente (14,3 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (44,4 %), de forma dispersa (29,6 %), como parte de una reserva natural o bosque (14,9 %) y en arreglos silvopastoriles (11,1 %).

Usos: Esta especie es fuente importante de alimento para la avifauna. Se puede encontrar como cerca viva y en riberas de los ríos como protección de las fuentes hídricas. Sus hojas masticadas son usadas para aliviar el dolor de muelas. Hay reportes de su uso en alimentación, medicina y fabricación de herramientas. También desempeña un papel en la restauración de ecosistemas andinos nativos. Se ha observado su actividad antioxidante en muestras recolectadas en el departamento de Santander, Colombia (Colmenares-Trejos et al., 2011; Granados et al., 2014; Ospina et al., 2016).

Servicios reportados por los productores: Biodiversidad (22,6 %), sombra (19,4 %), belleza paisajística-ornamental (12,9 %), protección de fuentes hídricas (12,9 %), forraje (9,7 %), protección contra el viento (9,7 %), control de la erosión (6,4 %), materia orgánica (3,2 %) y símbolo cultural o religioso (3,2 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Medicina humana y animal, aromático, frutales o consumo humano, restauración del suelo y flores melíferas.



Figura 48. *Myrcianthes leucoxyla*. a. y b. Detalle de la estructura de la planta; c. Detalle de la estructura de las hojas; d. y e. Presencia de frutos (Suesca, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 47. Información nutricional de *Myrcianthes leucoxyla*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
46,68	9,97	2,52	5,50	45,09	26,67	5,21

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,03	4,01	29,19	16,90	47,18	67,79	

(Continúa)

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
59,07	4,20	2,52	1,97	1,22	5,50	75,08
n=29						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Pyracantha coccinea

Autor: M. Roem.

Nombres comunes: Holly espinoso, piracanta, espino de fuego, mortino.

Sinónimos: *Cotoneaster pyracantha* (L.) Spach, *Pyracantha pauciflora* (Poir.) M. Roem.

Familia: Rosaceae.

Origen: Introducida. Especie originaria de Asia menor y Europa (Díaz-Espinosa et al., 2012).

Distribución geográfica: Especie nativa del sudeste de Europa y Asia Menor.

Municipios: Cajicá, El Rosal, Gachancipá, Guasca, Madrid.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.570 y 2.866 m s. n. m. En Colombia se ha observado entre 1.800 y 3.000 m s. n. m.

Hábito de crecimiento: Arbusto.

Descripción y hábitat: Arbusto perenne o semiperenne que puede alcanzar 4 m de altura; la ramificación empieza desde el suelo, con ramas espinosas e intrincadas de color pardo rojizo y brillante. Sus hojas son lanceoladas, de 2 a 4 cm de largo y bordes finamente dentados y brillantes por el haz. Sus flores pequeñas de pétalos redondeados son muy abundantes, de color blanco-amarillas y se agrupan en racimos. Los frutos son pequeñas bayas de color rojo, naranja o amarillo (Bartholomaeus et al., 1998).

Este arbusto se adapta bien a suelos pobres y compactos, con diferentes niveles de acidez. Soporta la sequía, la poda y la sombra. Por estas razones, se considera una especie invasora. Su estado de conservación aún no ha sido evaluado (UITCN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *P. coccinea* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (100 %). Los árboles están dispuestos en los predios de forma dispersa (33,4 %), en arreglos silvopastoriles (33,3 %) o formando cercas vivas (33,3 %).

Usos: Sus frutos silvestres son comestibles, pero, al ser astringentes, requieren cocción previa para su consumo, por lo que son ideales para la preparación de jaleas y mermeladas, entre otras recetas. Sus llamativas flores y frutos atraen aves y tienen valor melífero. Es principalmente cultivada por su belleza ornamental (Restrepo & Echeverri, 2018).

Servicios reportados por los productores: Biodiversidad (100 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Frutales o consumo humano y flores melíferas.



Figura 49. *Pyracantha coccinea*. a. Detalle de la estructura de las hojas y los frutos; b. Uso como cerca viva (Tenjo, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 48. Información nutricional de *Pyracantha coccinea*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
37,48	8,39	1,66	4,31	34,64	22,84	3,63

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
2,06	3,56	26,37	14,59	44,61	62,28	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
76,41	4,09	2,75	2,25	1,38	5,55	73,79
n=3						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.

Streptosolen jamesonii

Autor: (Benth.) Miers.

Nombres comunes: Mermelada, milflores, peruana, tamaris.

Familia: Solanaceae.

Origen: Introducida y naturalizada (Bernal et al., 2019).

Distribución geográfica: Nativa de Ecuador y Perú (Bernal et al., 2019).

Municipios: Carmen de Carupa, Fúquene, Gachancipá, Madrid, Paipa, Tocancipá, Zipacón.

Elevación: Especie identificada en la zona de estudio entre 2.589 y 3.020 m s. n. m. Se ha observado en Colombia entre 1.480 y 3.000 m s. n. m. (Bernal et al., 2019).

Hábito de crecimiento: Arbusto (Bernal et al., 2019; JBB, 2023).

Descripción y hábitat: Arbusto perenne de 2 m de altura aproximadamente. Tiene muchas ramas quebradizas que comienzan desde la base y forman una copa redondeada. Sus flores tienen forma de campana, miden alrededor de 3 cm de largo y cambian gradualmente de color, pasando de amarillo a rojo. Los frutos son pequeñas bayas redondas de color verde amarillentas, cada una de las cuales contiene varias semillas de 8 mm de diámetro. Su estado de conservación aún no ha sido evaluado (Pêgo et al., 2019; UICN, 2021).

Presencia del árbol en el paisaje ganadero: Los productores indicaron que los árboles de la especie *S. jamesonii* se encuentran en el predio porque fueron plantados por el productor (100 %). Los árboles están dispuestos en los predios formando cercas vivas (100 %).

Usos: Se trata de una especie que desempeña un papel importante por alimentar a las aves. Además, su llamativa, abundante y constante floración a lo largo del tiempo la convierte en una fuente de néctar para la producción de miel (Ramírez-Burbano et al., 2022).

Servicios reportados por los productores: Biodiversidad (33,4 %), forraje (33,3 %) y protección contra el viento (33,3 %).

Servicios adicionales reportados en literatura: Flores melíferas y belleza paisajística-ornamental.



Figura 50. *Streptosolen jamesonii*. a. Estructura de la planta; b, c y d. Detalle de la estructura de las hojas; e y f. Detalle de la estructura de la inflorescencia (Madrid, 2020).

Fotos: Andrea Milena Sierra Alarcón

Tabla 49. Información nutricional de *Streptosolen jamesonii*, Ym potencial y factor de emisión de metano entérico

Composición química de hojas-tallo						
MS	PC	EE	Ceniza	FDN	FDA	Lignina
(% MH)	(% MS)					
25,49	18,44	2,20	9,62	48,34	26,05	6,33

Metabolitos secundarios						
AT	ET	Saponinas	TC	TT	FT	
(g/kg MS)						
4,07	4,22	12,94	4,61	16,23	26,12	

Digestibilidad, valor energético, Ym y emisión de CH ₄						
DMS	EB	ED	EM	ENI	Ym	FE
(%)	(Mcal/kg MS)				(% EB)	(kg CH ₄ /cabeza/año)
66,01	4,17	2,79	2,25	1,38	5,51	74,75
n=8						

Fuente: Elaboración propia con base en los promedios reportados por AlimenTro y cálculo de emisiones de metano basados en Congio et al. (2022) y Dong et al. (2006), realizados por Andrea Milena Sierra. Las descripciones de las siglas se encuentran en el glosario.



Capítulo II

Conceptualización de los sistemas silvopastoriles en trópico alto

En el trópico alto colombiano, especialmente en Cundinamarca, la ganadería bovina se desarrolla en tres tipos de producción: a) sistemas de lechería especializada, b) sistemas de producción de carne y c) sistemas doble propósito (leche y carne). Estos sistemas de producción se encuentran en predios principalmente de pequeños y medianos productores con media o baja incorporación de tecnología, con o sin riego y aplicaciones de fertilización, donde predomina el uso de animales *Bos taurus* (Maturana et al., 2021). Los sistemas de producción son diversos, y en algunos casos se usa el pastoreo en combinación con áreas destinadas al corte, acarreo y conservación de forraje (ensilaje o henolaje). Es muy frecuente el empleo de suplementos alimenticios como concentrados comerciales y subproductos agroindustriales para la alimentación animal (Morales-Vallecilla & Ortiz-Grisales, 2018).

En lo que tiene que ver con los sistemas de producción de leche del trópico alto, se han identificado problemáticas y debilidades asociadas a prácticas inadecuadas de manejo de praderas, tiempos de rotación, baja presencia del componente arbóreo dentro

de las áreas de pastoreo, y en consecuencia una baja productividad y sostenibilidad que conducen a formular estrategias de intervención que fomenten:

- El desarrollo de sistemas de producción limpia de forrajes que reduzcan el consumo de insumos externos, tales como concentrados, fertilizantes y plaguicidas.
- El incremento de las prácticas asociadas con la protección del suelo, conservación del agua y conservación de la biodiversidad de flora y fauna.
- El uso responsable de productos para el control de endo- y exoparásitos, con el objetivo de no fomentar la resistencia a estos productos de control.
- El manejo adecuado del pastoreo y mejora de la cobertura vegetal para evitar la erosión del suelo, pérdida de la fertilidad y reducción de la capacidad de retención de agua, entre otros efectos.

El establecimiento de sistemas agroforestales pecuarios (SAFP), más conocidos como sistemas silvopastoriles (ssp), tiene el objetivo de mejorar la competitividad de la cadena láctea colombiana, reducir el efecto de fenómenos climáticos y generar beneficios ambientales (Montagnini et al., 2015).

La implementación de ssp como práctica alternativa a mediano y largo plazo en trópico alto ha presentado efectos benéficos en el suelo, las praderas y los animales, y con ello se contribuye al mejoramiento ambiental y productivo, debido a que en estos interactúan el componente leñoso (árboles y arbustos), componente animal y componente de praderas, integrando los eslabones de producción, conservación ambiental de aguas, suelos y biodiversidad, orientados a la producción sustentable de leche (Portilla et al., 2015). Dentro de los predios ganaderos se pueden incluir diferentes tipos de arreglos, con diversidad de especies, como son franjas de pastoreo maderables, cercas vivas, bancos mixtos de forraje, setos multipropósitos (forrajes, frutales y maderables) y sistemas silvopastoriles intensivos o ssp en alta densidad.

Franjas de pastoreo con árboles maderables o cercas vivas

Se plantan especies maderables nativas o introducidas dispuestas en filas sencillas, dobles o triples que permiten la demarcación de franjas para pastoreo rotacional con cintas eléctricas (Bueno, 2012). Los árboles se pueden establecer con una distancia de 3 a 5 m entre cada uno y de 20 a 30 m entre líneas o franjas de pastoreo. De esta manera, se diversifica la producción ganadera en el mediano plazo y se consiguen beneficios económicos y ambientales (figura 51).

Especies maderables sugeridas: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), aliso (*A. acuminata*), pino colombiano (*Retrophyllum rospigliosii*), cedro negro o nogal (*Juglans neotropica*), chocho (*Erythrina rubrinervia*), roble (*Q. humboldtii*), acacia japonesa (*A. melanoxylon*), rodamontes (*Escallonia myrtilloides*), tibar (*E. discolor*), sauce (*Salix humboldtiana*), gague (*C. multiflora*), sietecueros (*Andesanthus lepidotus*) y eugenio (*S. paniculatum*).

Potenciales atributos de las cercas vivas:

- Reducir daños causados por insectos plagas de las praderas como la chinche de los pastos (Ochoa et al., 2017).
- Minimizar las oportunidades de multiplicación e incremento de poblaciones de moscas hematófagas, es decir, que se alimentan exclusivamente de sangre.
- Disminuir la vulnerabilidad de los forrajes y ganado a la presencia de heladas y vientos fuertes durante las épocas secas.
- Generar nuevas fuentes de ingresos monetarios debido a la diversificación de la empresa ganadera en el mediano plazo con el aprovechamiento de la madera.



Figura 51. Arreglo de cercas vivas en predio ganadero (Saboyá, Boyacá, 2021).

Foto: Juan Carlos Benavides Cruz

Bancos forrajeros con asociación de arbustos

Los bancos forrajeros con asociación de arbustos son una alternativa, ya que generan gran cantidad de biomasa de alto valor nutricional que puede ser usada como forraje fresco o forraje conservado como ensilaje, henolaje o heno (Congo et al., 2019; Zapata-Cadavid & Silva-Tapasco, 2020). La distancia de siembra en los bancos forrajeros dependerá de las especies que se establecerán y de las asociaciones que se quiera realizar. Algunas distancias recomendadas son de 1 m entre arbustos y de 10 a 20 m entre surcos, donde se puede sembrar forrajeras de alta disponibilidad (figura 52).

Especies sugeridas: Forrajeras: avena (*Avena sativa*), vicia (*Vicia sativa*), alfalfa (*Medicago sativa*), ramio (*Boehmeria nivea*). Arbustos forrajeros: sauco (*S. nigra*), tilo (*Sambucus peruviana*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*), morera (*Morus alba*).

Potenciales atributos de bancos forrajeros con arbustos:

- Intensificar la producción de forrajes en zonas de baja productividad.
- Reducir los costos de producción, al disminuir el uso de alimentos concentrados para la suplementación del ganado.
- Mantener la oferta de forraje de buena calidad durante las épocas críticas del año.



Figura 52. Arreglo de bancos forrajeros en asociación de arbustos en predio ganadero (Mosquera, Cundinamarca, 2020).

Foto: Juan Carlos Benavides Cruz

Setos forrajeros y maderables

Los setos multipropósito son cercas o barreras conformadas por arbustos o árboles. Los setos generalmente están dispuestos en límites de lotes o parcelas para garantizar protección de las áreas de pastoreo (Zapata-Cadavid & Silva-Tapasco, 2020). En este arreglo se asocian especies forrajeras, maderables o frutales dispuestas en surcos dobles o triples. Los arbustos para forraje se siembran en uno o dos surcos, con 1 m de separación a lo largo del seto. La separación entre plantas puede ser de 0,5 a 1 m. La distancia de siembra de los árboles puede ser de 3 a 5 m. Se recomienda que el seto tenga por lo menos dos estratos (figura 53).

Especies sugeridas: Es importante integrar especies nativas e introducidas. Entre las especies recomendadas como arbustos forrajeros se contemplan: sauco (*S. nigra*), tilo (*S. peruviana*). Árboles maderables: eucalipto (*E. globulus*), aliso (*A. acuminata*), acacia japonesa (*A. melanoxylon*), pino colombiano (*R. rospigliosii*), cedro negro o nogal (*J. neotropica*), alcaparro (*Senna viarum*), alcaparrito (*Senna multiglandulosa*), chicalá (*T. stans*), chocho (*E. rubrinervia*), roble (*Q. humboldtii*), tibar (*E. discolor*), sauce (*Salix humboldtiana*), gaque (*C. multiflora*), sietecueros (*A. lepidotus*) y eugenio (*S. paniculatum*).

Potenciales atributos de setos multipropósito:

- Servir como barrera contra vientos, acústica y visual.
- Proyectar sombra a las áreas de pastoreo y mantener microclimas favorables, lo que resulta en una menor incidencia de heladas y un mayor bienestar para los animales.
- Facilitar la conectividad de fragmentos de bosques.
- Reducir la pérdida de suelo por escorrentía.
- Mantener la humedad del suelo, mejorar el ciclaje de nutrientes y la actividad biológica del suelo.
- Producir biomasa de forraje y madera en el mismo espacio.



Figura 53. Arreglos de setos multipropósito (Mosquera, Centro de Investigación Tibaitatá, 2020).

Foto: Juan Carlos Benavides Cruz

Sistemas silvopastoriles intensivos o sistemas silvopastoriles en alta densidad

Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) son arreglos donde se asocian arbustos forrajeros de excelente calidad nutricional en alta densidad, árboles maderables, pastos y leguminosas rastreras para un esquema de manejo en franjas de pastoreo (Murgueitio et al., 2016; Zapata-Cadavid & Silva-Tapasco, 2020). Se sugiere que los SSPi para el trópico alto de Cundinamarca estén conformados por franjas de arbustivas forrajeras como sauco (*S. nigra*), tilo (*S. peruviana*) (Sánchez-Matta et al., 2010; Sánchez-Montoya, 2016) y aliso (*A. acuminata*) como maderable (Conde-Pulgarín et al., 2010). El aliso puede ser remplazado por otras especies maderables. Cada franja se compone de un surco de aliso, sembrado a 3 m de distancia entre plantas, y dos surcos de sauco dispuestos uno a cada lado de la línea de aliso. La distancia entre surcos del sauco es de 1 m y entre plantas de 0,7 m. La separación entre los surcos de sauco y los de aliso es de 1 m. Entre las franjas de árboles quedarán áreas de 20 m de ancho para pastoreo. La población de arbustos forrajeros es de 1.300 y de 160 árboles por hectárea (figura 54).

Especies sugeridas: Arbustivas forrajeras: sauco (*S. nigra*) o tilo (*S. peruviana*). Como árboles maderables se recomiendan: eucalipto (*E. globulus*), aliso (*A. acuminata*), acacia japonesa (*A. melanoxydon*), cedro negro o nogal (*J. neotropica*), alcaparro (*S. viarum*), chicalá (*T. stans*), chocho (*E. rubrinervia*), roble (*Q. humboldtii*), tibar (*E. discolor*), sauce (*S. humboldtiana*), gaque (*C. multiflora*) y sietecueros (*A. lepidotus*).



Figura 54. Sistemas silvopastoriles en alta densidad o sistemas silvopastoriles intensivos (Mosquera, Centro de Investigación Tibaitatá, 2021).

Foto: Juan Carlos Benavides Cruz

Potenciales atributos de los SSPi:

- Reducir la variación de la temperatura y la vulnerabilidad de los forrajes y animales causada por heladas y vientos fuertes.
- Disminuir la cantidad de uso de concentrados comerciales para la suplementación nutricional de los animales y de fertilizantes de síntesis sobre las praderas.
- Mitigar la emisión de metano (CH_4) como producto de la fermentación entérica.
- Minimizar los daños causados por insectos plaga de las praderas, lo que diversifica la presencia de controladores biológicos.
- Reducir las oportunidades de multiplicación e incremento de poblaciones de moscas hematófagas, es decir, que se alimentan exclusivamente de sangre.
- Incrementar la belleza escénica y valorizar los predios ganaderos.

Índice de especies

Nombre científico	Nombres comunes	Página
<i>Abatia parviflora</i>	Duraznillo, chirlobirlo, sacaojos colorado, velitas	141
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia decurrens, acacia, acacia negra, acacia gris, acacia amarilla, uña de gato	31
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra, acacia, acacia japonesa, acacia morada	34
<i>Acca sellowiana</i>	Feijoa, freijoa, fraijoa, guayaba feijoa	67
<i>Ageratina asclepiadea</i>	Amargoso, amarguero, guasco, zorro	126
<i>Ageratina tinifolia</i>	Chilco amargo, salvia amarga, amargo, amargoso, ayubara	37
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso, abedul	129
<i>Baccharis macrantha</i>	Ciro, cirro, chilco	78
<i>Brugmansia insignis</i>	Borrachero, cacao sabanero, trompeta de ángel	144
<i>Cedrela montana</i>	Cedro, cedro rosado, cedro cebollo, cedro amargo, cedro blanco, cedro macho, cedro rojo, cedro caoba	53
<i>Cestrum nocturnum</i>	Jazmín nocturno, caballero de la noche, jazmín de noche, flautilla	147
<i>Clusia multiflora</i>	Gaque, cucharo, chagualo, caucho gaque, imparmo	162
<i>Varronia cylindrostachya</i>	Salvio negro, salvio, salvia negra, salvio blanco, palo negro, cajete, guácimo	115
<i>Cotoneaster pannosus</i>	Holly liso	164
<i>Croton mutisianus</i>	Sangregado, grado, grago, drago, grao, guacamayo	81
<i>Dodonaea viscosa</i>	Hayuelo, chamano, ayuyo, jayo	84
<i>Duranta mutisii</i>	Espino, guapanto, cruceto, cucana	87
<i>Escallonia discolor</i>	Tibar, rodamonte, tobo, sombrerito	56
<i>Escallonia pendula</i>	Loqueto, mangle sabanero, macle, mangle de tierra fría, magle	150
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto, ocal, ocalipto	59
<i>Fuchsia boliviana</i>	Platanito, zarcillejo, fucsia, platanillo	167

Nombre científico	Nombres comunes	Página
<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Mortiño	40
<i>Juglans neotropica</i>	Cedro nogal, cedro negro, cedro grande, nogal bogotano, nogal colombiano, nogal silvestre	90
<i>Miconia ligustrina</i>	Tuno, niguito, esmeraldo, mortiño	93
<i>Morella parvifolia</i>	Cruz de mayo, laurel hojipequeño	159
<i>Morella pubescens</i>	Laurel de cera, aroma, olivo de cera, laurel	169
<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan, palo blanco, mortiño, guayabon	172
<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo, espadero, changuelito, garrucho, chagualo	96
<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de oso, guache, candelero	132
<i>Pinus patula</i>	Pino pátula, pino espátula, pino barbas de chivo, pino candelabro, chiroso	63
<i>Piper barbatum</i>	Cordoncillo	123
<i>Prunus persica</i>	Durazno, durazno melocotón, durazno camueso, melocotón	71
<i>Prunus serotina</i>	Cerezo, cereza, capulí.	75
<i>Pyracantha coccinea</i>	Holly espinoso, piracanta, espino de fuego, mortiño.	175
<i>Quercus humboldtii</i>	Roble, roble de tierra fría, roble andino, algarrobo, cedro, roble blanco, roble colorado, roble negro.	99
<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	Pino romerón, pino romerillo, pino montañero, pino colombiano, pino de pacho, pino hayuelo, chaquiro.	103
<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	106
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco, sauco blanco, carbunquera, salbunguera	43
<i>Sambucus peruviana</i>	Tilo, sauco	46
<i>Senna viarum</i>	Alcaparro, alcaparro de bogotá, alcaparro grande	153
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Colla, colla negra, arboloco, pauche, Camargo	49
<i>Streptosolen jamesonii</i>	Mermelada, milflores, peruana, tamaris.	177
<i>Syzygium paniculatum</i>	Eugenia, eugenio	109

Nombre científico	Nombres comunes	Página
<i>Tecoma stans</i>	Chicalá, floramarillo, chirlobirlo, caballito	112
<i>Trichanthera gigantea</i>	Cajeto, quiebrabarrigo, nacedero, aro	135
<i>Vallea stipularis</i>	Raque, sanjuanito, roso, chaque, campano, gaque, raco	156
<i>Viburnum tinoides</i>	Garrocho, juco, chucua, sauco de monte	138
<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo, encino, encino peludo	117
<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono, espino de cabra, puyón, corono espino, aguja de arria, tachuelo, cacho de venado.	120





Referencias

- Abbas, S. S., Baqri, S. S. R., Masih, A. P., Athar, A. Z., Mujtaba, S. F. & Bajpai, K. G. (2019). Ethnomedicines, ayurveda and modern scientific research: A view point. *International Journal of Pure and Applied Researches*, 2(1), 35-38.
- Alarcón, P., Padilla, S., Cruz, O., Martín, R., Riaño Jiménez, D., & Cure, J. R. (2022). Catálogo polínico de plantas usadas por tres abejorros del género *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) en la cordillera Oriental de los Andes colombianos. *Ecología Austral*, 32(2), 567-580. <https://doi.org/10.25260/ea.22.32.2.0.1858>
- Ali Khan, M., Inayat, H., Khan, H., Saeed, M., & Khan, I. (2011). Antimicrobial activities of the whole plant of *Cestrum nocturnum* against pathogenic microorganisms. *African Journal of Microbiology Research*, 5(6), 612-616. <https://doi.org/10.5897/AJMR10.425>
- Allen, V. G., Batello, C., Berretta, E. J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., McIvor, J., Milne, J., Morris, C., Peeters, A., & Sanderson, M. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science*, 66(1), 2-28. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>
- Almas, I., Innocent, E., Machumi, F., & Kisinza, W. (2021). Chemical composition of essential oils from *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus maculata* grown in Tanzania. *Scientific African*, 12, Article e00758. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00758>
- Al-Reza, S. M., Rahman, A., Ahmed, Y., & Kang, S. C. (2010). Inhibition of plant pathogens *in vitro* and *in vivo* with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96(2), 86-92. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.09.005>
- Anandan, M., Poorani, G., Boomi, P., Varunkumar, K., Anand, K., Chuturgoon, A. A., Saravanan, M., & Gurumalleswari Prabu, H. (2019). Green synthesis of anisotropic silver nanoparticles from the aqueous leaf extract of *Dodonaea viscosa* with their antibacterial and anticancer activities. *Process Biochemistry*, 80, 80-88. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.02.014>

- Arango, O., Hurtado, A., Castillo, P., & Santacruz, M. (2009). Estudio de las condiciones de extracción por arrastre con vapor del aceite esencial de laurel de cera (*Morella pubescens*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7, 40-48.
- Arcos-Severo, M., Gutiérrez-Cedillo, J. G., Balderas-Plata, M., & Martínez-García, C. G. (2020). Percepción social de los servicios ecosistémicos proporcionados por los huertos familiares en el Altiplano Central de México. *Ecosistemas*, 29(3), 1-8. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1959>
- Ariza-Nieto, C., Mayorga, O. L., Mojica, B., Parra, D., & Afanador-Téllez, G. (2018). Use of local algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 26(1), 44-52. <https://doi.org/10.1177/0967033517746900>
- Ariza-Nieto, C., Mayorga-Mogollón, O., Guadrón-Duarte, L., Valencia-Echavarría, D., Mestra-Vargas, L., Santana-Rodríguez, M., Ortiz-Cuadros, R., Pérez-Almario, N., Camargo-Hernández, D., Carvajal-Bazurto, C., Parra-Forero, D. M., & Sierra-Alarcón, A. (2020). *Alimento: el valor nutricional de recursos forrajeros de Colombia*. Sistema de información. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7403824>
- Arroyave, M., Posada, M., & Gutiérrez, M. E. (2014). *Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá*. Universidad EIA. <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/>
- Arroyave, M., Posada, M., & Vélez, Y. (Eds.). (2018). *Catálogo de árboles urbanos en Colombia*. Universidad EIA; US Forest Service [USFS]. <https://catalogoarbolesurbanos.eia.edu.co>
- Arturi, M., Marquina, J., & Celini, J. (2020). *Biometría Forestal [Curso virtual]*. Universidad Nacional de la Plata. <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/course/view.php?id=8>
- Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. (2003). *Official methods of analysis of the Association of Official's Analytical Chemists* (17a ed.).
- Augstburger, H., Jacobi, J., Schwilch, G., & Rist, S. (2018). Agroecosystem service capacity index: A methodological approach. *Landscape Online*, 64, 1-48. <https://doi.org/10.3097/LO.201864>
- Ballén Díaz, L., & Vargas Bautista, O. (2022). *Validación de un método de separación y cuantificación para el ácido gálico en los frutos de cotoneaster pannosus proveniente de Bogotá-Colombia por medio de cromatografía líquida de alta eficiencia* [Tesis de pregrado, Universidad El Bosque]. Repositorio Universidad El Bosque. <https://repositorio.unbosque.edu.co/items/4c9c3991-6957-4948-8433-2dad-fabb7e7c>

- Bare, M. C., & Ashton, M. S. (2016). Growth of native tree species planted in montane reforestation projects in the Colombian and Ecuadorian Andes differs among site and species. *New Forests*, 47(3), 333-355.
<https://doi.org/10.1007/s11056-015-9519-z>
- Barragán, D. C. (2015). Caracterización bromatológica y físico-química en frutos de la familia Rosaceae en tres estados de maduración. *Revista Ciencia: Desarrollo e Innovación*, 2(1), 45-75.
- Bartholomaeus, A., De la Rosa Cortés, A., Santos Gutiérrez, J., Acero Duarte, L., & Moosbrugger, W. (1998). *El manto de la tierra, flora de los Andes guía de 150 especies de la flora andina*. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Bogotá, Ubaté y Suárez. <http://hdl.handle.net/20.500.11786/36136>
- Baselly-Villanueva, J. R., Goycochea-Casas, G., Carvalho, A. M. M., Roncal-Briones, W. R., Chumbimune-Vivanco, S., & Chavesta-Custodio, M. (2022). Caracterización y diferencias anatómicas de maderas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C. N. Page y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Podocarpaceae) procedentes de la provincia de San Ignacio, Perú. *Folia Amazónica*, 30(2), 137-148. <https://doi.org/10.24841/fa.v30i2.587>
- Belalcázar-López, L., & Narváez-Arteaga, O. (2018). *Valoración nutritiva del forraje colla negra (Smallanthus pyramidalis) en mezcla con pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum) en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), fases de levante y engorde* [Tesis de pregrado, Universidad de Nariño]. sired-udenar. <https://sired.udenar.edu.co/5549/>
- Benavides, D. F. (2021). *Epidometría de Weinmannia tomentosa en bosque altoandino de la reserva biológica Encenillo* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. RIUD. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28883>
- Bernal, R., Gradstein, S. R., & Celis, M. (Eds.). (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Blanco, G. M., Chamorro, D. R., Arreaza, L. C., & Rey, A. M. (2005). Evaluación nutricional del ensilaje de *Sambucus peruviana*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa*. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 6(2), 81-85.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol6_num2_art:52
- Bonilla-Sandí, D. J., Noboa-Jiménez, L., Portuguese-Molina, V., Quinto-Ureña, F., & Rojas-Gutiérrez, J. J. (2020). Metanogénesis microbiana en animales polígástricos. *Nutrición Animal Tropical*, 14(1), 36-49.
<https://doi.org/10.15517/nat.v14i1.42578>

- Borja, E. J. (2017). *Caracterización eco-geográfica de Prunus serotina Ehrh subsp. capuli* (Cav.) McVaugh (capuli), en la región andina de Ecuador [Tesis de maestría, Universidad de Valencia]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20011.13602>
- Boukhatem, M. N., Boumaiza, A., Nada, H. G., Rajabi, M., & Mousa, S. A. (2020). *Eucalyptus globulus* essential oil as a natural food preservative: antioxidant, antibacterial and antifungal properties in vitro and in a real food matrix (orangina fruit juice). *Applied Sciences*, 10(16), 1-17. <https://doi.org/10.3390/app10165581>
- Bravo, L. (2009). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56(11), 317-333. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>
- Bueno, G. (2012). Sistemas silvopastoriles, arreglos y usos. *Sistemas de Producción Agroecológicos*, 3(2), 56-83.
- Bustamante-Manrique, S., Botero-Henao, N., Castaño, J. H., & Link, A. (2021). Activity budget, home range and diet of the Colombian night monkey (*Aotus lemurinus*) in peri-urban forest fragments. *Primates*, 62(3), 529-536. <https://doi.org/10.1007/s10329-021-00895-w>
- Caballero-López, A. R. (2019). *Sinergias y trade-offs entre servicios ecosistémicos en agroecosistemas ganaderos en el valle del río Cesar, departamento del Cesar-Colombia* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9128>
- Cabezas Gutiérrez, M., Peña Baracaldo, F., Díaz, C. J., & Moreno, A. F. (2008). Dosel de tres especies forestales y su relación con la adaptación a suelos degradados por la erosión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 11(2), 175-185. <https://doi.org/10.31910/rudca.v11.n2.2008.634>
- Calderón-Torres, D., & Zamudio-Sánchez, A. (2019). *Fitoestabilización de cromo hexavalente por Acacia melanoxylon: una estrategia para el tratamiento de suelos contaminados* [Tesis de maestría, Universidad Jorge Tarde Lozano]. Repositorio Exeditio. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/8258>
- Callaghan, C. J. (2020). Notes on the biology of *Orophila campaspe* (Lepidoptera: Nymphalidae: Biblidinae) in Colombia. *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 74(4), 257-262. <https://doi.org/10.18473/lepi.74i4.a3>
- Cárdenas, L., & Salinas, N. (Eds.). (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Cartaya, O., & Reynaldo, I. (2001). Flavonoides: características químicas y aplicaciones [Reseña bibliográfica]. *Cultivos Tropicales*, 22(2), 5-14.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382852189006>
- Carvajal-Muñoz, A. P., Morales-Puentes, M. E., Gil-Leguizamón, P. A., & Reyes-Duarte, A. C. (2022). Feno-morfología de dos especies de páramo de *Miconia* (Melastomataceae): optimización de la floración y fructificación para mejorar la dispersión. *Revista de Biología Tropical*, 70(1), 804-816.
<https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v70i1.51043>
- Casas Restrepo, L. C., Gutiérrez Alabat, I. E., Salamanca Grosso, G., & de Assis Ribeiro dos Santos, F. (2023). Markers for the spatial and temporal differentiation of bee pollen harvested by *Apis mellifera* L. in the Eastern Andes of Colombia. *Journal of Apicultural Research*, 62(3), 556-569.
<https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1916188>
- Castro-Díez, P., Alonso, Á., Saldaña-López, A., & Granda, E. (2021). Effects of widespread non-native trees on regulating ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 778, Article 146141.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146141>
- Cendales Castro, V. (2019). *Rasgos funcionales de especies vegetales maderables en dos microcuencas* [Informe técnico de pregrado en Biología Ambiental, Universidad Jorge Tadeo Lozano]. Repositorio Expeditio.
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7875/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Cogollo Calderón, A. M., Velasco Linares, P., & Manosalva, L. (2020). Functional characterization of plants and their utility in the selection of species for the ecological restoration of high Andean ecosystems. *Biota Colombiana*, 21(1), 1-15. <https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a01>
- Colmenares-Trejos, S. L., Melgarejo, L. M., & Romero, H. M. (2011). Ecophysiological studies of two Andean forest contrasting species *Abatia parviflora* and *Myrcianthes leucoxyla* under Bogotá conditions, Colombia. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 23(4), 305-312.
<https://doi.org/10.1590/S1677-04202011000400008>
- Conde, A., Betancourt, L., Jaramillo, C., Flórez, L., Umaña, A., & Chamorro, D. (2008). Establecimiento, adaptación y efecto sobre el suelo y la pradera de diversos arreglos de cerca viva con acacia negra (*Acacia decurrens*), acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), y aliso (*Alnus acuminata*), en el CIC Santa María, trópico alto colombiano. *Revista Ciencia Animal*, 1(1), 111-118.
- Conde-Pulgarín, A., Amado-Saavedra, G., Criollo-Campos, P., Carvajal-Salcedo, T., Roa-Triana, J., Cuesta-Peralta, A., Umaña-Arboleda, A., Bernal, L. M., de

- Escovar, L., & Sánchez-Matta, L. (2010). *El aliso (Alnus acuminata H. B. K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica]. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13489>
- Congio, G. F. S., Bannink, A., Mayorga, O. L., Rodrigues, J. P. P., Bougouin, A., Kebreab, E., Silva, R. R., Maurício, R. M., da Silva, S. C., Oliveira, P. P. A., Muñoz, C., Pereira, L. G. R., Gómez, C., Ariza-Nieto, C., Ribeiro-Filho, H. M. N., Castelán-Ortega, O. A., Rosero-Noguera, J. R., Tieri, M. P., Rodrigues, P. H. M., ... Hristov, A. N. (2022). Prediction of enteric methane production and yield in dairy cattle using a Latin America and Caribbean database. *Science of the Total Environment*, 825, Article 153982. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153982>
- Congo Y, C., Caicedo V, C., Chuquimarca A, J., & Burbano C., A. (2019). *Alternativa tecnológica para la producción sostenible de pastos y forrajes: beneficios potenciales de los bancos forrajeros*. Granja Experimental Domono, INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía.
- Convention on Biological Diversity [CBD]. (2014). *Global biodiversity - outlook 4: A mid-term assessment of progress towards the implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-en-hr.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de Chivor [Corpochivor], Universidad Francisco José de Caldas, Navarro-López, J., Caleño-Ruíz, B., & Valero-Fonseca, N. (2020). *Especies forestales que ofrecen productos no maderables en la jurisdicción de Corpochivor (Boyacá-Colombia)*. Corpochivor. <https://doi.org/10.15472/9m0h7s>
- Cortés, L. A., Camacho-Ballesteros, S., & Matoma-Cardona, M. (2020). Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1), 1-10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1483>
- Cortés, S. P. (2013). Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la Serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 25(1), 119-137.
- Curichumbi-Betún, J. A. (2021). *Efectos de tres métodos progerminativos y tres sustratos en la propagación de acacia negra (Acacia melanoxylon R. Br.) en el vivero forestal de la ESPOCH* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15933/1/33T00314.pdf>

- De Feo, V. (2004). The ritual use of *Brugmansia* species in traditional Andean medicine in Northern Peru. *Economic Botany*, 58(supl. 1), 221-229. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2004\)58\[s221:truobs\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2004)58[s221:truobs]2.0.co;2)
- De Leo, M., Milella, L., Braca, A., & De Tommasi, N. (2018). *Cedrela* and *Toona* genera: a rich source of bioactive limonoids and triterpenoids. *Phytochemistry Reviews*, 17(4), 751-783. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9557-1>
- Delgado, E., Espitia, A., & Aperador, W. (2020). Comparative evaluation of *Clusia multiflora* wood flour, against mineral fillers, as reinforcement in SBR rubber composites. *Iranian Polymer Journal (English Edition)*, 29(1), 13-23. <https://doi.org/10.1007/s13726-019-00768-6>
- Deuri, P., Sood, N., Wadhwa, M., Bakshi, M. P. S., & Salem, A. Z. M. (2020). Screening of tree leaves for bioactive components and their impact on *in vitro* fermentability and methane production from total mixed ration. *Agroforestry Systems*, 94, 1455-1468. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00374-8>
- Díaz-Espinosa, A., Díaz-Triana, J., & Vargas, O. (Eds.). (2012). *Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá*. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia; Secretaría de Ambiente. https://issuu.com/ambientebogota/docs/cat__logo_plantas_invasoras/180
- Dondini, M., Martin, M., De Camillis, C., Uwizeye, A., Soussana, J.-F., Robinson, T. & Steinfeld, H. (2023). *Global assessment of soil carbon in grasslands: From current stock estimates to sequestration potential* [FAO Animal Production and Health Paper No. 187]. Food and Agriculture Organization [FAO]. <https://doi.org/10.4060/cc3981en>
- Dong, H., Mangino, J., McAllister, T. A., Hatfield, J. L., Johnson, D. E., Lassey, K. R., Aparecida de Lima, M., & Romanovskaya, A. (2006). Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol. En *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (pp. 10-91). Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Duarte, S. (2021). *Revisão bibliográfica sobre plantas medicinais utilizadas em África; estudo fitoquímico de Adansonia digitata L. e Acacia melanoxylon R. Br.* [Tesis de maestría, Universidade Nova de Lisboa]. RUN. <https://run.unl.pt/handle/10362/132845>
- Durán, E., Mayorga, O., Calvo, A., Parra, D., Mestra, L., Rua, C., & Ariza-Nieto, C. (2018). *Evaluación del contenido de metabolitos secundarios en recursos forrajeros del trópico colombiano mediante espectroscopia de infrarrojo*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35800>

- Durana, C., Lopera-Marín, J., Coronado, A., Murgueitio, E., & Galindo, A. (2022). Reemplazo parcial del alimento balanceado por forraje de *Sambucus peruviana* en vacas lecheras: estudio de caso en la zona altoandina en Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 34(12).
<https://www.lrrd.org/lrrd34/12/34108jjlo.html>
- EcuRed. (2019). *Salix babilonica*. EcuRed. https://www.ecured.cu/index.php?title=Salix_babilonica&oldid=3451845
- Elangovan, S., & Mudgil, P. (2023). Antibacterial properties of *Eucalyptus globulus* essential oil against MRSA: A systematic review. *Antibiotics*, 12(3), 474.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics12030474>
- Escobar, O. & Rodríguez, J. (1993-1994). *Las Maderas en Colombia. 100 fascículos*. SENA, Regional Antioquía Chocó. Centro Colombo Canadiense de la Maderas.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Ecosistemas y bienestar humano: oportunidades y desafíos para los negocios y la industria*. World Resources Institute.
<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.754.aspx.pdf>
- Fallas-Henríquez, A., & Molina-Murillo, S. A. (2017). Propuesta metodológica para cuantificar y compensar los servicios agroecosistémicos generados por buenas prácticas agropecuarias campesinas. *Ecosistemas*, 26(3), 89-102.
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-3.11>
- Farfán-Valencia, F. (2012). *Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café*. Federación Nacional de Cafeteros, Centro Nacional de Investigaciones de Café.
<https://www.cenicafe.org/es/publications/Arboles.pdf>
- Fernández-Sánchez, L., Mancipe-Murillo, C., & Calderón-Hernández, M. (2020). Evaluation of two methods of propagation for the *ex situ* conservation of three high Andean melastoms. *Caldasia*, 42(1), 129-141.
<https://doi.org/10.15446/caldasia.v42n1.75373>
- Ferreira, S. S., Silva, A. M., & Nunes, F. M. (2020). *Sambucus nigra* L. fruits and flowers: Chemical composition and related bioactivities. *Food Reviews International*, 38(6), 1-29. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1788578>
- Fischer, G., & Parra-Coronado, A. (2020). Influence of some environmental factors on the feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret): A review. *Agronomía Colombiana*, 38(3), 388-397. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n3.88982>

- Fischer, G., Parra-Coronado, A., & Balaguera-López, H. E. (2020). Aspectos del cultivo y la fisiología de la feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret): una revisión. *Ciencia y Agricultura*, 17(3), 11-24.
<https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.11386>
- Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643-653.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020). Biodiversity and the livestock sector. En *Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership*.
- Gálvez López, L., Vallejo Reyna, M. A., Méndez Espinoza, C., & López Upton, J. (2020). *Cedrela odorata* L.: oportunidades para su conservación y mejoramiento genético. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(58).
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i58.622>
- Gándara, L., Borrajo, C., Fernández, J., & Pereira, M. (2017). Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad del rebrote sobre el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandú". *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(1), 69-77. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382852189006>
- García, A., & Leal, Y. (2019). Analysis to the protection of the state to the ecosystems of moor. *Justicia*, 35, 196-212. <https://doi.org/10.17081/just.24i5.3400>
- García, D. E. (2004). Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. *Pastos y Forrajes*, 27(1), 1-12.
- García-Camarero, J. (1989). Los sistemas vitales suelo, agua y bosque: su degradación y restauración. *Hojas Divulgadoras del MAPA*, 3, 1-19.
- García-Mego, L. (2019). *Estimación del stock de carbono en las especies* *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys harmsiana*, en el bosque de Huamantanga, Jaén [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22313>
- Garzón Marín, G., Montenegro Riveros, E. P., & López Botía, F. (2004). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *Quercus humboldtii* (roble). *Colombia Forestal*, 9(18), 98-108.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2005.1.a08>
- Gil Novoa, J. E., & Morales Puentes, M. E. (2014). Vertical stratification of epiphytic bryophytes found on *Quercus humboldtii* (Fagaceae) from Boyacá, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 719-727.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v62i2.8482>
- Gil-Leguizamón, P. A., Morales-Puentes, M. E., & Jácome, J. (2020). Estructura del bosque altoandino y páramo en el macizo de Bijagual, Boyacá, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 765-776. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i3.34912>

- González Jurado, J. A. (2022). *Valoración biofísica y sociocultural de SE de tres parques urbanos de la ciudad de Bogotá (Colombia)* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas]. Repositorio UDCA. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4888>
- Grajales Atehortúa, B. M., Botero Galvis, M. M., & Ramírez Quirama, J. F. (2015). Características, manejo, usos y beneficios del saúco (*Sambucus nigra* L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del trópico alto. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 155. <https://doi.org/10.22490/21456453.1271>
- Granados, C., Yáñez, X., & Acevedo, D. (2014). Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Myrcianthes leucoxyla* de Norte de Santander (Colombia). *Información Tecnológica*, 25(3), 11-16. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000300003>
- Gutiérrez, J., Rubio-Clemente, A., & Pérez, J. F. (2022). Analysis of biochars produced from the gasification of *Pinus patula* pellets and chips as soil amendments. *Maderas: Ciencia y Tecnología*, 24(24), 1-14. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2022000100449>
- Guzmán, A., & Barrera, D. (2011). Estudio fotoquímico de hojas y flores de *Smallanthus pyramidalis* y su uso en la recuperación de los humedales de Bogota. *Colombia Forestal*, 14(1), 41-50.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. B. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1: Guidance on the application of the revised structure*. <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>
- Hanaček, K., & Rodríguez-Labajos, B. (2018). Impacts of land-use and management changes on cultural agroecosystem services and environmental conflicts: A global review. *Global Environmental Change*, 50, 41-59. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.02.016>
- Harborne, J. B. (1984). *Phytochemical methods*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-5570-7>
- Harnett, J., Oakes, K., Carè, J., Leach, M., Brown, D., Cramer, H., Pinder, T. A., Steel, A., & Anheyer, D. (2020). The effects of *Sambucus nigra* berry on acute respiratory viral infections: A rapid review of clinical studies. *Advances in Integrative Medicine*, 7(4), 240-246. <https://doi.org/10.1016/j.aimed.2020.08.001>
- Hassan, J., Zaman, A., Iqbal, N., Ali, H., Muhammad khan, A., Hussain, Z., & Sheikh, A. (2022). A case study of nutritional status of cherry (*Prunus serotina*), orchard soils and fruit quality attributes of baltistan region. *Journal of Weed Science Research*, 28(3), 231-241. <https://doi.org/10.28941/pjwsr.v28i3.1053>

- Hernando Pinzón, E., Cruz Morillo, A., & Fischer, G. (2014). Aspectos fisiológicos del duraznero (*Prunus persica* [L.] Batsch) en el trópico alto: una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 17(2), 401-411. <https://doi.org/10.31910/rudca.v17.n2.2014.243>
- Hessle, A., Kumm, K. I., Bertilsson, J., Stenberg, B., & Sonesson, U. (2017). Combining environmentally and economically sustainable dairy and beef production in Sweden. *Agricultural Systems*, 156, 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.004>
- Hewins, D. B., Lyseng, M. P., Schoderbek, D. F., Alexander, M., Willms, W. D., Carlyle, C. N., Chang, S. X., & Bork, E. W. (2018). Grazing and climate effects on soil organic carbon concentration and particle-size association in northern grasslands. *Scientific Reports*, 8(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19785-1>
- Hoffmann, W. A., & Solbrig, O. T. (2003). The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. *Forest Ecology and Management*, 180(1-3), 273-286. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00566-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00566-2)
- Horky, P., Skalickova, S., Smerkova, K., & Skladanka, J. (2019). Essential oils as a feed additives: Pharmacokinetics and potential toxicity in monogastric animals. *Animals*, 9(6), 1-15. <https://doi.org/10.3390/ani9060352>
- Hossain, M. A. (2019). Biological and phytochemicals review of Omani medicinal plant *Dodonaea viscosa*. *Journal of King Saud University: Science*, 31(4), 1089-1094. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.09.012>
- Huerta-Madroñal, M., Aguilar, M., & Vázquez-Lasa, B. (2022). Polifenoles: propiedades y papel en desarrollos biomédicos. *Revista de Plásticos Modernos*, 123(775).
- Ibáñez-Calero, S. L., & Loayza Afonso, K. E. (2019). A screening for antioxidant species with photo-protector activities at the Zongo valley (Bolivia). *Investigación & Desarrollo*, 19(1), 25-42. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-2i>
- Imran Qadir, M., Al Murad, M. S., Ali, M., Saleem, M., & Ahmad Farooqi, A. (2014). Hepatoprotective effect of leaves of aqueous ethanol extract of *Cestrum nocturnum* against paracetamol-induced hepatotoxicity. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 9(2), 167-170. <https://doi.org/10.3329/bjp.v9i2.17770>
- Infante-Betancour, J., Jara-Muñoz A., & Rivera-Díaz, O. (2008). *Árboles y arbustos más frecuentes de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia. https://www.researchgate.net/publication/302503506_Arboles_y_arbustos_mas_frecuentes_de_la_Universidad_Nacional_de_Colombia_sede_Bogota
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Ministerio de Ambien-

- te y Desarrollo Sostenible [MADS] & Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2022). *Informe del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 1990-2018 y Carbono Negro 2010-2018 de Colombia* [Tercer Informe Bienal de Actualización de Cambio Climático, BUR3, dirigido a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático].
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2020). *Resultados del monitoreo de deforestación: 1. Año 2020. 2. Primer trimestre año 2021*. http://www.ideam.gov.co/documents/10182/113437783/Presentacion_Deforestacion2020_SMBYC-IDEAM.pdf/8ea7473e-3393-4942-8b75-88967ac12a19
- Isbell, F., Adler, P. R., Eisenhauer, N., Fornara, D., Kimmel, K., Kremen, C., Letourneau, D. K., Liebman, M., Polley, H. W., Quijas, S., & Scherer-Lorenzen, M. (2017). Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *Journal of Ecology*, 105(4), 871-879. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12789>
- Jardín Botánico de Bogotá [JBB]. (2023). Plataforma de nombres comunes de las plantas de Bogotá. <http://nombrescomunes.jbb.gov.co>
- Jiménez-Durán, A., Barrera-Cortés, J., Lina-García, L. P., Santillán, R., Soto-Hernández, R. M., Ramos-Valdivia, A. C., Ponce-Noyola, T., & Ríos-Leal, E. (2021). Biological activity of phytochemicals from agricultural wastes and weeds on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Sustainability*, 13(24), Article 13896. <https://doi.org/10.3390/su132413896>
- Kamboj, A., Kumar, S., & Kumar, V. (2013). Evaluation of antidiabetic activity of hydroalcoholic extract of *Cestrum nocturnum* leaves in streptozotocin-induced diabetic rats. *Advances in Pharmacological Sciences*, 2013, Article 150401. <https://doi.org/10.1155/2013/150401>
- Karlen, D., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., Schuman, G. E., & Soil Science Society of America. (1997). Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61, 4-10.
- Kicel, A. (2020). An overview of the genus *Cotoneaster* (Rosaceae): Phytochemistry, biological activity, and toxicology. *Antioxidants*, 9(10), 1-26. <https://doi.org/10.3390/antiox9101002>
- Lamb, A. F. A. (1968). *Fast growing timber trees of the lowland tropics*. Universidad de Oxford.
- León, W. (2003). Especies del género *Cordia*. *Revista Forestal Venezolana*, 47(2), 83-94.
- Leyva-López, N., Nair, V., Bang, W. Y., Cisneros-Zevallos, L., & Heredia, J. B. (2016). Protective role of terpenes and polyphenols from three species of Oregano (*Lip-*

- pia graveolens*, *Lippia palmeri* and *Hedeoma patens*) on the suppression of lipopolysaccharide-induced inflammation in RAW 264.7 macrophage cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 187, 302-312. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.04.051>
- Li, H., Zhang, G. C., Xie, H. C., Li, K., & Zhang, S. Y. (2015). The effects of the phenol concentrations on photosynthetic parameters of *Salix babylonica* L. *Photosynthetica*, 53(3), 430-435. <https://doi.org/10.1007/s11099-015-0135-0>
- Li, K., Li, H., Li, C., & Xie, H. (2021). Phytoremediation of aniline by *Salix babylonica* cuttings: Removal, accumulation, and photosynthetic response. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 214, Article 112124. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112124>
- Liu, D., He, X. Q., Wu, D. T., Li, H. Bin, Feng, Y. Bin, Zou, L., & Gan, R. Y. (2022). Elderberry (*Sambucus nigra* L.): Bioactive compounds, health functions, and applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(14), 4202-4220. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c00010>
- Lobatón, D. K., & Márquez Peña, A. (2022). *Estudio fitoquímico, antibacteriano, antifúngico y determinación de metabolitos secundarios mayoritarios por CG-EM de látex de la especie dioica Clusia multiflora Kunth (Clusiaceae)* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio UD. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/30132/Lobaton-DeisyKatherine2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López-González, G. (2001). Glosario botánico. En *Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Mundi-Prensa.
- López-Sánchez, C., Gonzáles-Martínez, C., Méndez-López, M., & Palma-Cruz, F. (2022). Las saponinas y su uso farmacéutico. *Revista del Centro de Graduados e Investigación. Instituto Tecnológico de Mérida*, 37(96), 120-126.
- Luna, G. (2011). Laurel de cera (*Morella pubescens*), especie promisoría de usos múltiples empleada en agroforestería. *Revista Agroforestería Neotropical*, 1, 1-9.
- Mahecha, L., Londoño, J. D., & Angulo, J. (2022). Agronomic and nutritional assessment of an intensive silvopastoral system: *Tithonia diversifolia*, *Sambucus nigra*, *Cynodon nlemfuensis*, and *Urochloa plantaginea*. *Proceedings of the National Academy of Sciences India, section B, Biological Sciences*, 92(1), 37-47. <https://doi.org/10.1007/s40011-021-01282-7>
- Manchabajoy, J., & Polanco, M. F. (2022). Análisis multitemporal de la cobertura vegetal en el páramo de Paja Blanca, departamento de Nariño, periodo 1991-2017. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental-RIAA*. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/6029>

- Marinidou, E., Jiménez-Ferrer, G., Soto-Pinto, L., Ferguson, B. G., & Saldivar-Moreno, A. (2019). Agro-ecosystem services assessment of silvopastoral experiences in Chiapas, Mexico: towards a methodological proposal. *Experimental Agriculture*, 55(1), 21-37. <https://doi.org/10.1017/S0014479717000539>
- Maturana, G. S., Otálora, J. C., Rozo, C. C., Borda, B. C., Suárez, M., Pacheco, M., Virgüéz, O. D., Amador, J. A., & Hernández, D. R. (2021). Análisis del sector lácteo en Colombia: evidencia para el periodo 2010-2020. *Estudios Económicos Sectoriales*, 34. https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/032022/ES-SLC_Version-publica.pdf
- Maurya, A. K., Vashisath, S., Aggarwal, G., Yadav, V., & Agnihotri, V. K. (2022). Chemical diversity and α -Glucosidase inhibitory activity in needles essential oils of four pinus species from Northwestern Himalaya, India. *Chemistry and Biodiversity*, 19(12). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202200428>
- Mendoza, A. L. M., & Guerrero, M. H. (2010). Catálogo de los árboles y afines de la selva central del Perú. *Arnaldoa: Revista del Museo de Historia Natural*, 17(1), 203-242. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/125891>
- Milchunas, D. G., Lauenroth, W. K., Chapman, P. L., & Kazempour, M. K. (1989). Effects of grazing, topography, and precipitation on the structure of a semiarid grassland. *Vegetatio*, 80(1), 11-23. <https://doi.org/10.1007/BF00049137>
- Millán-Rojas, L., Arteaga-Reyes, T. T., Moctezuma-Pérez, S., & Nava-Bernal, G. (2021). Servicios ecosistémicos culturales en áreas de relevancia ecológica y cultural. Una comunidad matlatzinca en el centro de México. *Sociedad y Ambiente*, 24, 1-29. <https://doi.org/10.31840/sya.vi24.2357>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España). (s. f.). *Glosario de nutrición animal*. <https://www.mapa.gob.es/app/nutricionanimal/glosario.aspx>
- Moncada, J., Cardona, C. A., Higueta, J. C., Vélez, J. J., & López-Suarez, F. E. (2016). Wood residue (*Pinus patula* Bark) as an alternative feedstock for producing ethanol and furfural in Colombia: Experimental, techno-economic and environmental assessments. *Chemical Engineering Science*, 140, 309-318. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2015.10.027>
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., & Eibl, B. (2015). Conclusiones. En Fundación Cipav & Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (Eds.), *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (pp. 423-438). Fundación Cipav; CATIE. <http://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/sistemas-agroforestales-funciones-productivas-socioeconomicas-y-ambientales.pdf>

- Montenegro, A. L., & Ríos, O. V. (2008). Caracterización de bordes de bosque altoandino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1543-1556.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v56i3.5728>
- Montes, C. (2011). Estado del conocimiento en *Weinmannia tomentosa* L. F. (encenillo) y algunas propuestas de estudio sobre su regeneración. *Riaa*, 2(1), 45-53.
- Montes-Salazar, S. C., Cardona-Alzate, D., Gómez-Montoya, B., & Quijano-Abril, M. A. (2022). *Colección del herbario de la Universidad Católica de Oriente* (9.7). Universidad Católica de Oriente.
<https://www.gbif.org/es/dataset/2e6917b2-44b4-4af7-94ce-47ac40677784>
- Montoya-Pfeiffer, P. M., González-Chaves, A., & Nates-Parra, G. (2021). Effects of landscape structure and climate seasonality on pollen intake by honeybees in neotropical highland agroecosystems. *Agricultural and Forest Entomology*, 23(4), 452-462. <https://doi.org/10.1111/afe.12446>
- Morales, L. (2018). *Utilización de árboles fijadores de nitrógeno Escallonia pendula y Alnus acuminata para la recuperación de suelos erosionados* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21708>
- Morales-Vallecilla, F., & Ortiz-Grisales, S. (2018). Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 65(3), 252-268.
<https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n3.76463>
- Moreno Echeverry, D. L., Useche Rodríguez, D. C., & Balaguera López, H. E. (2018). Respuesta fisiológica de especies arbóreas al anegamiento. Nuevo conocimiento sobre especies de interés en el arbolado urbano de Bogotá. *Colombia Forestal*, 22(1), 51-67. <https://doi.org/10.14483/2256201x.13453>
- Moreno, L. A., Rueda, C., & Andrade, G. (Eds.). (2018). *Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/34619>
- Moroni, P., & O'Leary, N. (2020). Insights into the systematics of tribe *Duranteae* (Verbenaceae) II: A taxonomic revision of the New World genus *Duranta*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 105(4), 502-577.
<https://doi.org/10.3417/2020581>
- Murgueitio, E., Uribe, F., Galindo, & Chará, J. D. (Eds.). (2016). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena*. Cipav.
<https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/establecimiento-manejo-sistemas-silvopastoriles-intensivos-con-leucaena.pdf>

- Nagar, H. K., Srivastava, A. K., Srivastava, R., Kurmi, M. L., Chandel, H. S., & Ranawat, M. S. (2016). Pharmacological investigation of the wound healing activity of *Cestrum nocturnum* (L.) ointment in wistar albino rats. *Journal of Pharmaceuics*, Article 9249040. <https://doi.org/10.1155/2016/9249040>
- Ng, S. Y., Eh Suk, V. R., & Gew, L. T. (2022). Plant polyphenols as green sunscreen ingredients: A systematic review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(11), 5409-5444. <https://doi.org/10.1111/jocd.15170>
- Nieto-Romero, M., Oteros-Rozas, E., González, J. A., & Martín-López, B. (2014). Exploring the knowledge landscape of ecosystem services assessments in Mediterranean agroecosystems: Insights for future research. *Environmental Science and Policy*, 37, 121-133. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.09.003>
- Nogueira, T. S. R., Passos, M. de S., Nascimento, L. P. S., Arantes, M. B. de S., Monteiro, N. O., Boeno, S. I. da S., de Carvalho Junior, A., Azevedo, O. de A., Terra, W. da S., Vieira, M. G. C., Braz-Filho, R., & Vieira, I. J. C. (2020). Chemical compounds and biologic activities: A review of *Cedrela* genus. *Molecules*, 25(22), Article 5401. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25225401>
- Noriega, P., Ballesteros, J., De la Cruz, A., & Veloz, T. (2020). Chemical composition and preliminary antimicrobial activity of the hydroxylated sesquiterpenes in the essential oil from piper *Barbatum* Kunth leaves. *Plants*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/plants9020211>
- Ochoa, D., Lopera, J. J., Márquez, S., Calle, Z., Giraldo, C., Chará, J., & Murgueitio, E. (2017). Los sistemas silvopastoriles intensivos contribuyen a disminuir el ataque de chupadores en pasto kikuyu (*Cenchrus clandestinus*). *Livestock Research for Rural Development*, 29(82). <http://www.lrrd.org/lrrd29/5/lope29082.html>
- Olivera, S., Souza e Silva, T. D., & Tumang Frare, B. (2019). Acción antiofidica de extractos de *Myrsine guianensis*, *Jatropha curcas* y *Zanthoxylum monogynum*. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 71(2), 1-17.
- Ortiz, S., Consuegra, C., Van Der Hammen, C., & Pérez, D. (2021). Perspectivas urbano-rurales sobre la circulación de dos frutos silvestres del bosque altoandino en sistemas agroalimentarios de Bogotá, Colombia. *Revista Etnobiología*, 19, 81-95. <https://hal.science/hal-03198645>
- Ospina, L. M. P., Muñoz, P. B., Matulevich, J., Teherán, A. A., & Villamizar, L. B. (2016). Composition and antimicrobial activity of the essential oils of three plant species from the Sabana of Bogotá (Colombia): *Myrcianthes leucoxyla*, *Vallea stipularis* and *Phyllanthus salviifolius*. *Natural Product Communications*, 11(12), 1913-1918. <https://doi.org/10.1177/1934578x1601101234>

- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C., Boldrini, I. I., Both, R., & Forneck, E. D. (2007). Brazil's neglected biome: The South Brazilian campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9(2), 101-116. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2007.07.005>
- Overland, L. (1960). Endogenous rhythm in opening and odor of flowers of *Cestrum nocturnum*. *American Journal of Botany*, 47(5), 378-382. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1960.tb07139.x>
- Oyhantçabal, W., & Rodríguez, A. (2022). *Acción climática en la agricultura: la experiencia de países miembros de la Plataforma de Acción Climática en Agricultura de Latinoamérica y el Caribe*. Serie Recursos Naturales y Desarrollo, 215 (LC/TS.2022/240). Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal].
- Padilla Báez, S. C., Da Silva, C. I., & Cure Hakim, J. R. (2021). Recursos florales utilizados por el abejorro nativo *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) bajo condiciones de invernadero y campo abierto en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 16(1), 69-78. <https://doi.org/10.18359/rfcb.4710>
- Paz-Velasco, M. (2022). *Contribución de los bosques naturales de bambú a la seguridad alimentaria y nutricional, con énfasis en los servicios ecosistémicos, en la provincia de Pastaza-Ecuador* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11733>
- Pêgo, R. G., Fiorini, C. V. A., Machado, A. F. L., & Gomes, M. V. S. (2019). Propagation of *Streptosolen jamesonii* (Benth.) Miers by stem cutting treated with IBA in different substrates. *Ornamental Horticulture*, 25(1), 26-33. <https://doi.org/10.14295/oh.v25i1.1184>
- Peláez, P., Ortiz-Martínez, A., Figueroa-Corona, L., Montes, J. R., & Gernandt, D. S. (2020). Population structure, diversifying selection, and local adaptation in *Pinus patula*. *American Journal of Botany*, 107(11), 1555-1566. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1566>
- Peña-Cañón, R. E., & Enao-Mejía, G. (2017). Conocimiento y uso tradicional de hongos silvestres de las comunidades campesinas asociadas a bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la zona de influencia de la laguna de Fúquene, Andes nororientales. *Etnobiología*, 12(3), 28-40.
- Perea, M., Fischer, G., & Miranda, D. (2010). Feijoa *Acca sellowiana* Berg. En M. Perea, L. Matallana, & A. Tirado (Eds.), *Biología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales* (330-349). Universidad Nacional de Colombia.

- Pérez Mora, W. H., & Mojica Gómez, J. (2018). Análisis fisicoquímico de frutos de *Syzygium paniculatum* en diferentes estados de maduración. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 124-129. <https://doi.org/10.31908/19098367.3822>
- Pérez-Saad, H., & Buznego, M. T. (2008). Behavioral and antiepileptic effects of acute administration of the extract of the plant *Cestrum nocturnum* Lin (lady of the night). *Epilepsy and Behavior*, 12(3), 366-372. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2007.12.012>
- Polanco Tapia, C. (2006). Descripción anatómica de la madera de cuarenta especies del bosque alto-andino en Guasca, Cundinamarca. *Colombia Forestal*, 10(20), 161. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2007.1.a11>
- Portilla, D., Barragán, W., Carvajal, C., Cajas, Y., & Rivero, S. (2015). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles para la región Caribe*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica]. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12655>
- Portillo, P. R., Cueva, N., Sierra, J. C., & Vásquez, Á. M. (2019). Propiedades físico mecánicas del *Retrophyllum rospigliosii* (Pilger) C. N. Page de 22 años en dos sistemas de plantación en Colombia. *Revista Forestal del Perú*, 34(1), 41-51. <https://doi.org/10.21704/rfp.v34i1.1284>
- Potosí-Gutiérrez, A., Villalba-Malaver, J., & Arboleda-Pino, L. Y. (2017). Productos forestales no maderables asociados a bosques de roble *Quercus humboldtii* Bonpl. en la Vega, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 22-29. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/559>
- Pundir, S., Shukla, M. K., Singh, A., Chauhan, R., Lal, U. R., Ali, A., & Kumar, D. (2022). A comprehensive review on angel's trumpet (*Brugmansia suaveolens*). *South African Journal of Botany*, 151, 266-274. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.02.023>
- Quispe, A. (2021). *Determinación de fenoles totales y capacidad antioxidante en el fruto de guinda (Prunus serotina spp.) de la provincia de Acobamba-Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/1a01f60e-19eb-4968-84af-c6f57014045a>
- Ramírez, J. A., Marín, A., Urrego, J. B., Castaño, Á., & Ospina, R. (2021). Fertilization effect on the growth of *Retrophyllum rospigliosii* of the Andean zone of Colombia. *Madera y Bosques*, 27(3), 1-12. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732315>

- Ramírez-Burbano, M. B., Amorim, F. W., Torres-González, A. M., Sonne, J., & Maruyama, P. K. (2022). Nectar provision attracts hummingbirds and connects interaction networks across habitats. *Ibis*, 164(1), 88-101.
<https://doi.org/10.1111/ibi.12988>
- Ramírez-Correa, J. A., Zapata-Duque, C. M., León-Peláez, J. D., & González-Hernández, M. I. (2007). Caída de hojarasca y retorno de nutrientes en bosques montanos andinos de piedras blancas, Antioquia, Colombia. *Interciencia*, 32(5), 303-311. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000500005&lng=es&tlng=es
- Ramos Briceño, L. N., & Forero Castañeda, J. C. (2016). Análisis fitoquímico preliminar de la especie vegetal *Duranta mutisii* (Bogotá-Colombia). *Semillas Ambientales*, 10(2), 46-54.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/11350>
- Rangel Ch., J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 176. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.136>
- Restrepo-S., A. M., & Echeverri, F. (2018). Química de la relación del insecto *Epilacnha mexicana* (Coccinelidae) y su planta hospedera *Cestrum nocturnum* (Solanaceae). *Actualidades Biológicas*, 27(1), 127-129.
<https://doi.org/10.17533/udea.acbi.331573>
- Rey-Sánchez, C., & Posada, J. M. (2019). Effect of temporally heterogeneous light on photosynthetic light use efficiency, plant acclimation and growth in *Abatia parviflora*. *Functional Plant Biology*, 46(7), 684-693.
<https://doi.org/10.1071/FP18279>
- Rivera, J. E., Chará, J., Gómez-Leyva, J. F., Ruíz, T., & Barahona, R. (2018). Phenotypic variability and phytochemical composition of *Tithonia diversifolia* A. Gray for sustainable animal production. *Livestock Research for Rural Development*, 30(12).
- Rivero-Pérez, N., Hernández-Alvarado, J. L., Valladares-Carranza, B., Delgadillo-Ruiz, L., Ojeda-Ramírez, D., Sosa-Gutiérrez, C. G., Morales-Ubaldo, A. L., Vega-Sanchez, V., & Zaragoza-Bastida, A. (2019). *Salix babylonica* L. as a natural anticoccidial alternative in growing rabbits. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019, Article 2107231.
<https://doi.org/10.1155/2019/2107231>
- Rivillas Carmona, M. A., & Jiménez Guevara, V. (2022). *Estrategia alimentaria y conductual de monos aulladores en respuesta a la heterogeneidad espacio temporal de los recursos en un bosque montano* [Tesis de pregrado, Universidad

- de Caldas]. Repositorio Universidad de Caldas. <https://repositorio.ucaldas.edu.co/bitstream/handle/ucaldas/18123/Rivillas-CarmonayJiménez-Guevara%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roa Casa, O. (2022). *Efecto de captadores de niebla y enriquecimiento con especies nativas en la recuperación de la oferta hídrica de la microcuenca del Páramo Pan de Azúcar, Duitama-Boyacá* [Tesis de maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias]. Repositorio UPCT. https://repositorio.upct.edu.co/bitstream/handle/001/8874/Efecto_captadores_niebla.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Roa, C., & Moreno, N. (2010). *Curvas de crecimiento y análisis de rasgos funcionales de especies arbóreas y arbustivas del área de propagación vivero “La Florida” Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis* [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas], Repositorio UD. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6916/RoaFierroDianaCarolina2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodas Peláez, C. A. (2003). *Diseases of eucalyptus in Colombia* [Tesis de maestría]. Universidad de Pretoria.
- Rodas-Peláez, C., Ramírez-Cardona, C., Ospina-Penagos, C., Rincón, E., Sánchez-Ocampo, F., Urrego-Mesa, J., Riaño-Herrera, N., & Hernández-Resrepo, R. (2011). *Guías Silviculturales El Pino Pátula Pinus Patula Schiede and Deppe in Schlecht. & Cham.* Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café. <https://isbn.cloud/9789588490090/guias-silviculturales-el-pino-patula-pinus-patula-schiede-and-deppe-in-schlecht-cham/>
- Rodríguez, J., & Vergara, P. (2021). Environmental analysis of coal mining in the strategic ecosystem of paramo. *Scientia et Technica*, 26(03), 398-406.
- Rojas, L., Jaramillo, C., & Lemus, M. (2015). *Métodos analíticos para la determinación de metabolitos secundarios de plantas*. Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6653>
- Rojas, S. L. (2017). Estructura y composición florística de la vegetación en proceso de restauración en los Cerros Orientales de Bogotá (Colombia). *Caldasia*, 39(1), 124-139. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v39n1.60084>
- Rojas-Hernández, N., & Rodríguez-Uramis, M. (2008). Actividad antimicrobiana de *Tectona grandis* L. f., *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Cedrela odorata* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 13(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962008000400005&lng=es

- Romero, M., Maldonado, J., Bogotá, J. D., Usama, S., Umaña, A. M., Murillo, J., Restrepo, S., Álvarez, M., Palacios, M. T., Valbuena, S., Mejía, S. L., Aldana, J., & Payán, E. (2009). *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007-2008: piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rosero, S., Del Pozo, F., Simbaña, W., Mario, Á., Carrillo, W., & Morales, D. (2022). Polyphenols and flavonoids composition, anti-inflammatory and antioxidant properties of Andean *Baccharis macrantha* extracts. *Plants*, 11(12), 1555. <https://doi.org/10.3390/plants11121555>
- Ruiz, S., Venegas, E., Ruidías, D., Horna, L., & López, C. (2013). Capacidad antioxidante *in vitro* de los flavonoides totales obtenidos de las hojas de *Sambucus peruviana* H. B. K. (sauco) proveniente de la ciudad de Huamachuco. *Revista Farmaciencia*, 24(1), 57-64.
- Rusch, G., Mauricio, R. M., Murgueitio, E., Ospina, S., Rojas, M. R., Rusch, V. E., Sánchez, D., Solarte, A., Dijk, J. J. van, & Villanueva, C. (2014). *Knowledge networks on the use of biodiversity for sustainable livestock production systems in Latin America. A model platform for capacity building*. Norsk Institutt for Naturforskning. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2397713>
- Salem, A. Z. M., Kholif, A. E., Elghandour, M. M. Y., Buendía, G., Mariezcurrena, M. D., Hernandez, S. R., & Camacho, L. M. (2014). Influence of oral administration of *Salix babylonica* extract on milk production and composition in dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 13(1), 10-14. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.2978>
- Salem, A. Z. M., Salem, M. Z. M., González-Ronquillo, M., Camacho, L. M., & Cipriano, M. (2011). Major chemical constituents of *Leucaena leucocephala* and *Salix babylonica* leaf extracts. *Journal of Tropical Agriculture*, 49, 95-98.
- Salinas, P. J., & Bermúdez, M. M. (1996). Principios activos y utilización terapéutica de las plantas tóxicas del género *Datura*. *MedULA: Revista de la Facultad de Medicina*, 5(1-4), 4-10.
- Sánchez-Matta, L., Amado-Saavedra, G., Criollo-Campos, P., Carvajal-Salcedo, T., Roa-Triana, J., Cuesta-Peralta, A., Conde-Pulgarín, A., Umaña-Arboleda, A., Bernal, L. M., & Barreto, L. (2010). *El sauco (Sambucus nigra) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de paraderas en el trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica]. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13488>

- Sánchez-Montoya, C. A. (2016). Silvopastoreo una alternativa para el ambiente y la producción. *Zoociencia*, 3(2), 22-29. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/view/515/438>
- Santacruz, A. C. (2015). *Fitoquímica de cinco especies del género Baccharis*. Universidad Nacional de Santiago del Estero. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4253.7448>
- Sepúlveda, Y. L., Diez, M. C., Moreno, F. H., León, J. D., & Osorio, N. W. (2014). Effects of light intensity and fertilization on the growth of Andean oak seedlings at nursery. *Acta Biológica Colombiana*, 19(2), 211. <https://doi.org/10.15446/abc.v19n2.40091>
- Sharmeen, J. B., Mahomoodally, F. M., Zengin, G., & Maggi, F. (2021). Essential oils as natural sources of fragrance compounds for cosmetics and cosmeceuticals. *Molecules*, 26(3), Article 666. <https://doi.org/10.3390/molecules26030666>
- Sosa, A., Galindo, J., & Bocourt, R. (2007). Metanogénesis ruminal: aspectos generales y manipulación para su control. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41, 105-114.
- Sugden, A. (1997). *Diccionario ilustrado de la botánica*. Everest.
- Taípe Salazar, D. (2021). *Aplicación de una herramienta para evaluar el estado de los servicios ecosistémicos en el pueblo Kichwa de Rukullakta, Archidona-Napo* [Tesis de maestría en Gestión Ambiental, Universidad Internacional SEK Ecuador]. Repositorio UISEK. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4107>
- Tene, V., Malagón, O., Finzi, P. V., Vidari, G., Armijos, C., & Zaragoza, T. (2007). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(1), 63-81. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.10.032>
- Toro-Murillo, J. L. (2012). *Árboles de Antioquia. Medellín, Colombia*. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. <https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/ArbolesWeb.pdf>
- Torres-Hormaza, T., Baquero, A., Jaramillo, M. A., & Fajardo-Gutiérrez, F. (2020). Flora de Bogotá: Piperaceae. *Pérez-Arbelaesia*, 21(1), 50-99. <https://perezarbelaesia.jbb.gov.co/index.php/pa/article/view/14>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN]. (2021). *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN*. <https://www.iucnredlist.org>
- Valarezo, E., Correa-Jaramillo, C., Astudillo-Dávila, P., Garzón-Yaguache, J., Cartuche, L., Meneses, M. A., & Morocho, V. (2023). *Chemical composition, enantiomeric distribution and biological activity of essential oil from Morella pu-*

- bescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur. *Molecules*, 28(7), 2910. <https://doi.org/10.3390/molecules28072910>
- Valencia-Avilés, E., Ignacio-Figueroa, I., Sosa-Martínez, E., & Bartolomé-Camacho, M. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 16, 15-29. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93935728004>
- Vanegas, E. T., & Rojas, I. C. R. (2018). State of the art, propagation and conservation of *Juglans neotropica* Diels. in Andean zones. *Madera y Bosques*, 24(1), 1-15. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411560>
- Vatrano, T., Amenta, M., Copetta, A., Guardo, M., Nunziata, A., Strano, M. C., & Petriccione, M. (2022). Multifunctional role of *Acca sellowiana* from farm management to postharvest life: A review. *Agronomy*, 12(8), 1-14. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081802>
- Vélez-Terranova, M., Campos-Gaona, R., & Sánchez-Guerrero, H. (2014). Uso de metabolitos secundarios de las plantas para reducir la metanogénesis. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3), 489-499. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93935728004>
- Villarreyna, R. A., Avelino, J., & Cerda, R. (2020). Adaptación basada en ecosistemas: efecto de los árboles de sombra sobre servicios ecosistémicos en cafetales. *Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 499-516. <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.37591>
- Visscher, A. M., Vanek, S., Meza, K., de Goede, R. G. M., Valverde, A. A., Canto, R., Olivera, E., Scurrah, M., & Fonte, S. J. (2020). Eucalyptus and alder field margins differ in their impact on ecosystem services and biodiversity within cropping fields of the Peruvian Andes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 303, Article 107107. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107107>
- Vitali, M. S., & Barreto, J. N. V. (2014). Phylogenetic studies in *Smallanthus* (Mille-riaceae, Asteraceae): A contribution from morphology. *Phytotaxa*, 159(2), 77-94. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.159.2.2>
- Vrasdonk, E., Palme, U., & Lennartsson, T. (2019). Reference situations for biodiversity in life cycle assessments: conceptual bridging between LCA and conservation biology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(9), 1631-1642. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01594-x>
- Wang, X., McConkey, B. G., VandenBygaart, A. J., Fan, J., Iwaasa, A., & Schellenberg, M. (2016). Grazing improves C and N cycling in the Northern great plains: A meta-analysis. *Scientific Reports*, 6, 1-9. <https://doi.org/10.1038/srep33190>

- Watson, J. E. M., Dudley, N., Segan, D. B., & Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature*, 515(7525), 67-73. <https://doi.org/10.1038/nature13947>
- White, R., & Lawler, J. (2002). Can methane suppression during digestion of woody and leafy browse compensate for energy costs of detoxification of plant secondary compounds? A test with muskoxen fed willows and birch. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 133(3), 849-859. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(02\)00152-6](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00152-6)
- Xue, W., Jiang, Y., Shang, X., & Zou, J. (2020). Characterisation of early responses in lead accumulation and localization of *Salix babylonica* L. roots. *BMC Plant Biology*, 20(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02500-6>
- Zabala, J. A., Martínez-Paz, J. M., & Alcon, F. (2021). A comprehensive approach for agroecosystem services and disservices valuation. *Science of the Total Environment*, 768, Article 144859. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144859>
- Zapata-Cadavid, A., & Silva-Tapasco, B. E. (2020). *Sistemas silvopastoriles: aspectos teóricos y prácticas*. Corporación Autónoma Regional de Risaralda. <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/sistemas-silvopastoriles-aspectos-teoricos-y-practicos.pdf>
- Zhou, Z. Y., Liu, W. X., Pei, G., Ren, H., Wang, J., Xu, Q. L., Xie, H. H., Wan, F. H., & Tan, J. W. (2013). Phenolics from *Ageratina adenophora* roots and their phytotoxic effects on *Arabidopsis thaliana* seed germination and seedling growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(48), 11792-11799. <https://doi.org/10.1021/jf400876j>

Los autores

Deisy Bibiana Camargo Hernández

dcamargo@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-4650-1375>

Zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia con diez años de experiencia en el sector agropecuario. Ha trabajado en proyectos de investigación relacionados con sistemas de producción de carne en trópico alto de Cundinamarca y actualmente se encarga de la curaduría del sistema de información AlimenTro para consulta de calidad composicional de recursos forrajeros usados en la alimentación animal. Se desempeña como profesional de apoyo en el C. I. Tibaitatá de AGROSAVIA) y está adscrita a la Red de Ganadería y Especies Menores.

Andrea Milena Sierra Alarcón

asierraa@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-6725-2526>

Zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia y magíster en Producción Sostenible y Eficiente de Alimentos de la Universidad de Aberystwyth. Cuenta con diez años de experiencia en el sector agropecuario y ha participado en proyectos de investigación enfocados en la nutrición de rumiantes y en la evaluación de pastos, forrajes y sistemas silvopastoriles en los sistemas de producción doble propósito en el Caribe seco colombiano y de lechería especializada en trópico alto. Ha trabajado en la evaluación de estrategias nutricionales durante la época crítica y su efecto en la producción y calidad composicional de la leche y en las emisiones de metano entérico de rumiantes en pastoreo. Se desempeña como profesional de apoyo el C. I. Tibaitatá de AGROSAVIA y está adscrita a la Red de Ganadería y Especies Menores.

Juan Carlos Benavides Cruz

jbenavidez@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-1293-8242>

Zootecnista y magíster en Agroforestería Tropical. Se ha desempeñado como investigador en producción animal, ganadería de leche, sistemas silvopastoriles y pastos y forrajes. Ha desarrollado trabajos en evaluación de sistemas silvopastoriles y estrategias de producción eficiente y sostenible para sistemas de ganadería del trópico alto. Se desempeña como investigador máster en el C. I. Tibaitatá de AGROSAVIA y está adscrito a la Red de Ganadería y Especies Menores.

Diana Marcela Parra Forero

dparra@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-3734-0378>

Zootecnista de la Universidad de Cundinamarca y magíster en Producción Animal de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene diez años de experiencia en el sector agropecuario y ha apoyado diversos proyectos de investigación relacionados con la nutrición de rumiantes, así como la generación de la plataforma AlimenTro para consulta de calidad composicional de recursos forrajeros usados en la alimentación animal y en la generación de ecuaciones de predicción de calidad de forrajes, digestibilidad y consumo de materia seca en rumiantes por medio de la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS). Se desempeña como profesional de apoyo en el C. I. Tibaitatá de AGROSAVIA y está adscrita a la Red de Ganadería y Especies Menores.

Claudia Janeth Ariza Nieto

cariza@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9965-0625>

Zootecnista de la Universidad de la Salle, magíster en Producción Animal de la Universidad Nacional de Colombia y doctora en Ciencias Animales de la Universidad de Minnesota. Cuenta con más de treinta años de experiencia en el sector agropecuario. Ha trabajado en proyectos de investigación relacionados con la evaluación de la calidad nutricional y funcional de recursos alimenticios utilizados en sistemas de alimentación, desarrollo de modelos nutricionales para aves, cerdos y bovinos, y sistemas sostenibles de producción de rumiantes y monogástricos. Lideró proyectos asociados a la construcción del sistema de información de Alimentos del Trópico para Nutrición Animal (AlimenTro) para Colombia y generación de ecuaciones NIRS

para predicción de calidad nutricional de forrajes, desde su rol como Investigadora PhD Senior del C. I. Tibaitatá de AGROSAVIA. Actualmente es investigadora en epi-Well (Ithaca, NY).

Yajaira Romero Barrera

yromero@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-6512-7307>

Ingeniera de Producción Biotecnológica de la Universidad Francisco de Paula Santander y magíster en Estadística Aplicada de la Universidad del Norte. Trabajó seis años en el C. I. Caribia de AGROSAVIA, donde participó en proyectos de investigación en hortalizas, frutales y métodos de muestreo de poblaciones. Desde el 2014 se encuentra vinculada a la Dirección de Investigación y Desarrollo, es miembro del Equipo Extendido de Estadística y continúa participando en proyectos pertenecientes a diferentes redes en los componentes de muestreo de poblaciones biológicas y estudios socioeconómicos, así como en la planificación, ejecución y análisis de experimentos. En este momento es investigadora máster adscrita a la Red de Innovación de Hortalizas y Aromáticas.

Olga Lucia Mayorga Mogollón

lmayorga@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-7872-6109>

Química de la Universidad Nacional de Colombia, magíster en Bioquímica de la Universidad Nacional de Colombia y doctora en Ciencias Agrarias con énfasis en Microbiología Ruminal de la Universidad de Gales. Tiene más de veinte años de experiencia en el sector agropecuario, ha trabajado en proyectos de investigación en las líneas de cambio climático, enzimología, probióticos y prebióticos, microbiología ruminal, caracterización nutricional de materias primas, evaluación productiva y nutricional de recursos alimenticios, fisiología digestiva y ecología de microorganismos, bioquímica y biología molecular en rumiantes. Es investigadora PhD Asociada en el C. I. Tibaitatá de AGROSAVIA y está adscrita a la Red de Ganadería y Especies Menores.



Corporación colombiana de investigación agropecuaria

La inclusión de la biodiversidad en la evaluación ambiental es una estrategia emergente que aborda diversos aspectos, como la evaluación de servicios ecosistémicos, la toxicología ambiental y el ciclo de vida del carbono en la producción pecuaria bajo pastoreo. Este manual provee elementos basados en el reconocimiento, el mapeo de la biodiversidad y la función biótica y agroecosistémica guiada por el productor local, además de la caracterización nutricional, el potencial metanogénico y la descripción de las especies de árboles y arbustos presentes en fincas de lechería de treinta municipios de las regiones de Sabana occidente, Sabana centro y el Valle de Ubaté de Cundinamarca. Así, la presente publicación permite a la ganadería tener pilares para convertirse en un sector clave para impulsar acciones positivas en términos de mitigación climática, crecimiento verde y conservación de biodiversidad, debido a que las prácticas de pastoreo sostenible, con conocimiento de las especies de árboles y arbustos nativos e introducidos en los paisajes ganaderos, y sus distintas funciones agroecosistémicas, pueden promover el secuestro y almacenamiento masivo de carbono en el suelo de las áreas dedicadas a la ganadería del trópico alto.



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: **bac@corpoica.org.co**

TELÉFONO: **(57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274**

SKYPE: **biblioteca.agropecuaria**

www.agrosavia.co

**Distribución gratuita
Prohibida su venta**