

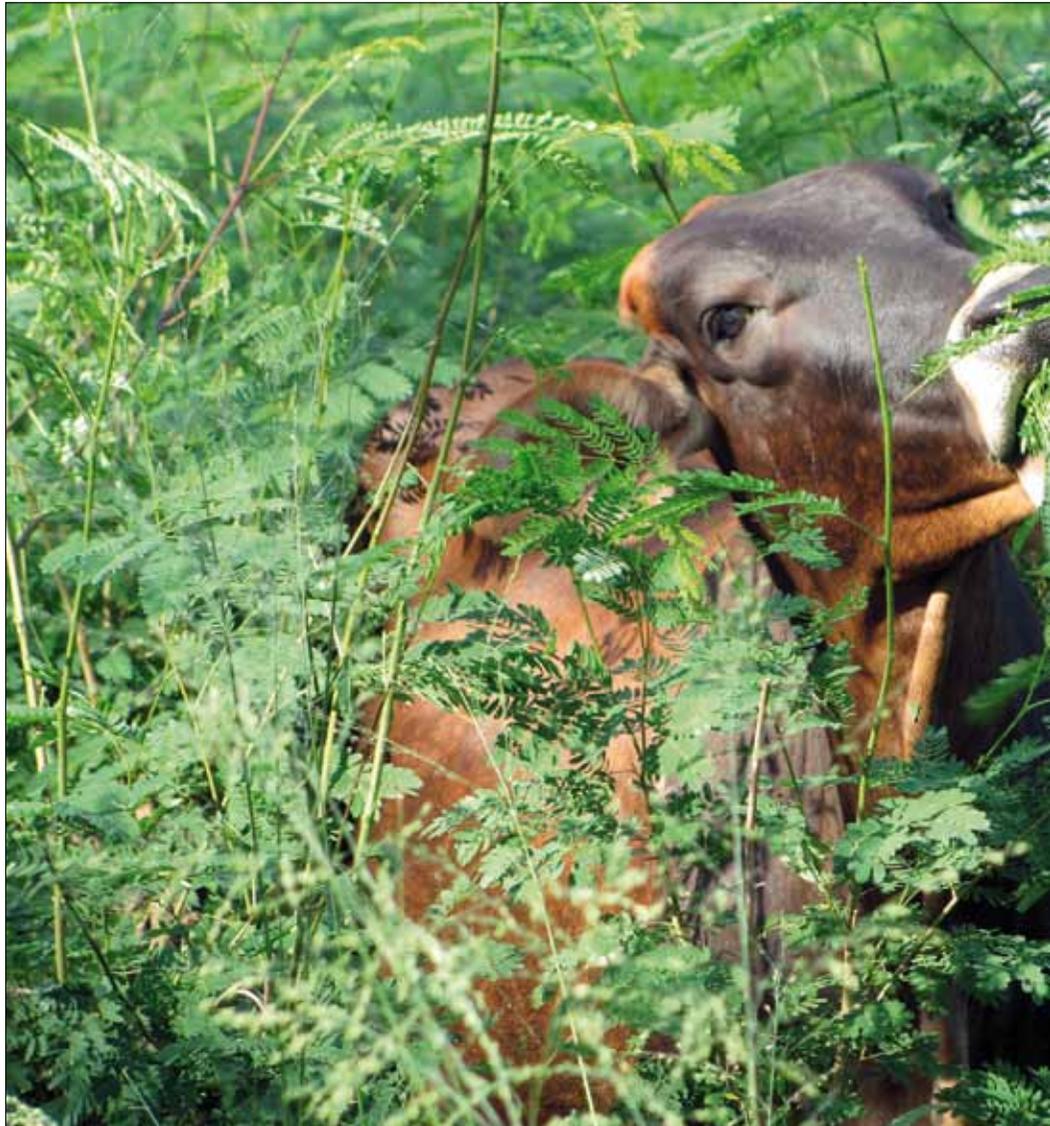
Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav)

Flora Amiga del Ganado

La *Leucaena leucocephala* no se comporta como una planta invasora en Colombia

Sistemas Silvopastoriles

El SSPi con *leucaena leucocephala*, amigo de la ganadería y de la biodiversidad



■ Ganado de engorde ramoneando leucaena en un SSPi.

La leucaena *Leucaena leucocephala* no se comporta como una planta invasora en Colombia

Zoraida Calle D., Enrique Murgueitio R., Carolina Giraldo, Sonia D. Ospina, Álvaro Zapata C., Carlos Hernando Molina, Enrique José Molina, Julián D. Chará, Fernando Uribe T. y Karen Reyes



Foto: Carolina Giraldo

este artículo es precisamente dar comienzo a una discusión más completa sobre los efectos, tanto negativos como positivos, de la leucaena en nuestro territorio, y sobre si la leucaena representa o no un riesgo real para la diversidad biológica colombiana.

¿Qué es una especie invasora?

Para comenzar, es necesario definir algunos términos:

- La Convención sobre la Diversidad Biológica define una *especie nativa* como aquella que vive dentro de: (1) su rango natural de distribución, pasado o presente, y (2) su área potencial de dispersión, es decir, dentro del rango que podría ocupar naturalmente sin la introducción ni el cuidado directo o indirecto de las personas (CDB, 2007).
- Por el contrario, una *especie exótica*, llamada también foránea o no-nativa, es aquella que ha sido introducida fuera de su rango normal de distribución, a un sitio donde puede sobrevivir y luego reproducirse (CDB, 2007). En el caso colombiano, se consideran exóticas, todas aquellas especies que llegaron a nuestro territorio después de la colonización española.
- El término *especie invasora* se aplica a un grupo selecto de especies exóticas, cuyo establecimiento y dispersión es una amenaza para los ecosistemas,

hábitats o especies silvestres, y que causa daños económicos, ambientales y de salud (McNeely et al. 2001, CDB 2007).

No todas las especies exóticas son invasoras. Se estima que sólo el 1 % de las especies introducidas llegan a comportarse de esta forma. Por otra parte, no todos los ecosistemas ni todas las regiones del planeta son igualmente vulnerables a las invasiones biológicas. Por ejemplo, algunas especies exóticas pueden tener efectos muy negativos en las islas, particularmente las oceánicas, donde las plantas y animales evolucionaron en un prolongado aislamiento, y no tener efectos negativos medibles en los ecosistemas continentales.

Leucaena: planta invasora en algunas islas

La leucaena se comporta como una especie invasora en las Islas Galápagos, Taiwán, Hawaii y las Islas Ogasawara, donde es considerada una maleza de los hábitats ribereños o costeros porque forma poblaciones densas, capaces de desplazar y excluir a las especies nativas. No hay duda sobre el comportamiento invasor de la leucaena en algunos ecosistemas insulares.

Sin embargo, no puede decirse lo mismo de los ecosistemas continentales

Durante los últimos años han surgido algunos comentarios de alarma en el sector ambiental colombiano por el uso de la leucaena *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, en diversos tipos de sistemas ganaderos, y especialmente en los sistemas silvopastoriles intensivos (Figura 1). Esta alarma se debe a que esta leguminosa ha sido incluida en la lista de las Plantas Invasoras de Colombia, y por lo tanto, se considera que su cultivo y uso representan un riesgo para la biodiversidad colombiana.

Sin embargo, esta calificación no se basa en un debate serio y responsable que ponga sobre la balanza los beneficios y los riesgos de la leucaena para los sistemas ganaderos y los ecosistemas naturales de nuestro país, ni existen estudios que demuestren su capacidad invasora. El propósito de

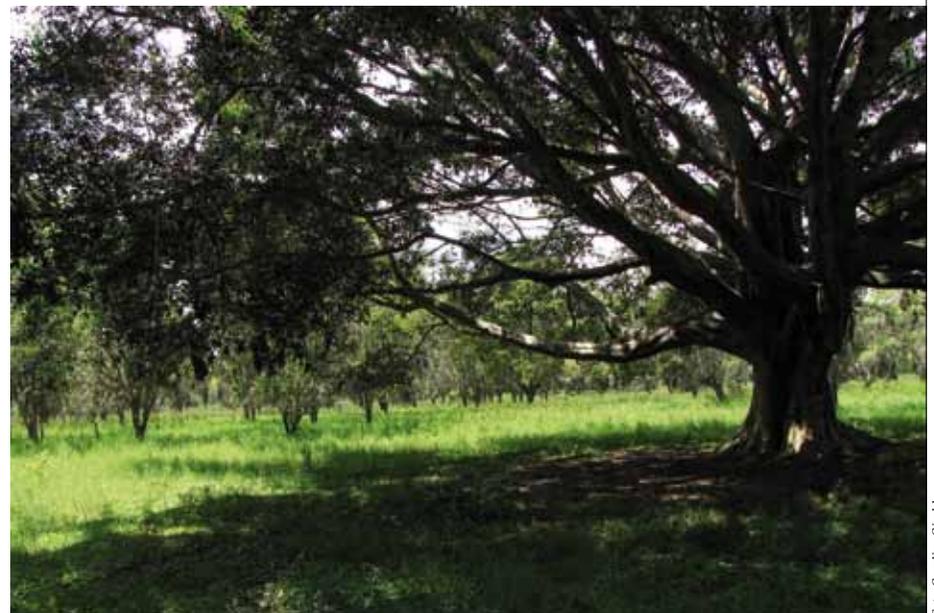


Foto: Carolina Giraldo

- SSPi en la Reserva Natural El Hatico, Cerrito, Valle del Cauca. Se observa la leucaena creciendo sólo en las áreas abiertas del potrero y su incapacidad para crecer bajo la sombra.

de Colombia, sin antes observar la vegetación que regenera bajo los matorrales de leucaena. Esta especie es incapaz de crecer a la sombra y por lo tanto no logra perpetuarse en las áreas que coloniza (Figura 2). Por el contrario, su sombra tenue facilita la colonización de especies nativas que no pueden establecerse en sitios cubiertos por gramíneas.

¿Puede la leucaena ser considerada una especie invasora en Colombia?

Al incluir a la leucaena en la lista de las especies invasoras de Colombia, los autores del *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas* aplicaron el principio de precaución, sin basarse en evidencias de los efectos nocivos de esta planta en los ecosistemas colombianos.

Esto se debe a que la metodología empleada para elaborar la base de datos de las especies invasoras de Colombia permitía incluir especies que habían sido registradas en otras bases de datos como “especies exóticas con potencial invasor”, aunque su comportamiento nocivo nunca hubiera sido documentado en nuestro país.

Los expertos del Instituto Alexander von Humboldt basaron su decisión en los siguientes hechos:

- “Durante la realización de los talleres regionales de Colombia (2007-2008), [la leucaena] se reportó como introducida y establecida en los



■ Ganado ramoneando en un SSPi en la Hacienda El Chaco, Tolima.

departamentos de Valle del Cauca, Tolima, Meta y Santander, pero sin observaciones de impactos negativos.”

- “Se introdujo en los trópicos de Asia y África como cultígeno superior.”
- “Se han desarrollado más de 100 variedades para diferentes condiciones de clima, suelo y usos, clasificadas en tres tipos: hawaiano, salvadoreño y peruano.”

Es evidente que los autores del análisis de riesgos obraron con extrema prudencia aunque sin investigaciones propias ni observaciones de campo de largo plazo en el país. Para que una planta pueda ser considerada invasora, deben existir evidencias de sus efectos nocivos sobre los ecosistemas que ocupa. Por ejemplo, una planta exótica que impide la regeneración de las especies

nativas en un sitio determinado, puede ser catalogada como invasora. Con base en este argumento, las gramíneas de uso ganadero que provienen de África y el Mediterráneo merecerían estar entre las plantas invasoras de Colombia; algunas especies del género *Brachiaria* cubren miles de hectáreas en las sabanas naturales colombianas, donde han desplazado a las gramíneas nativas, impidiendo también la regeneración de muchos árboles nativos que, de no estar



■ El Guaje (*Leucaena leucocephala*) exhibida entre las plantas domesticadas en el Museo Nacional de Antropología de México D.F.



Foto: Fernando Uribe

■ Semilla de leucaena.

presentes estas gramíneas, podrían multiplicarse con éxito.

Lamentablemente, los expertos consultados por el Instituto Alexander von Humboldt no tuvieron en cuenta los múltiples servicios que la leucaena, nativa o no, puede prestar a los ecosistemas naturales y los sistemas productivos de Colombia (Figura 3).

Ventajas y desventajas del uso de la *leucaena* en sistemas silvopastoriles

Es muy difícil comparar la magnitud de los riesgos y los efectos positivos de una planta exótica para determinar de qué lado se inclina la balanza.

En el análisis de los riesgos conviene tener en cuenta algunos factores atenuantes:

- La especie *Leucaena leucocephala* es originaria de la península de Yucatán (México) y se dispersó en forma natural hacia el sur hasta colonizar (no invadir) la mayor parte de Centroamérica. Es muy probable que este árbol hubiera continuado su migración hacia el Caribe y el interior de Colombia en un proceso natural pero mucho más lento que el impulsado por los intereses humanos.
- Las semillas de la leucaena, denominada *guaje* en México, son reconocidas como alimento humano desde hace miles de años. En el Museo Nacional de Antropología de México D.F. las semillas de guaje se exhiben orgullosamente al lado del maíz y el frijol como plantas domesticadas por los pueblos prehispánicos (Figura 4).
- En la actualidad el guaje siguen siendo considerado un alimento de alto valor nutricional por las comunida-

des rurales de varios estados mexicanos. De hecho el estado de Oaxaca tiene 8 de las 12 especies del género *Leucaena* presentes en México y su nombre se deriva de la misma raíz, *oaxin*, que significa frutos y semillas del árbol de guaje.

- Los intercambios de semillas y plantas fueron numerosos y continuos entre civilizaciones y culturas de Mesoamérica y Suramérica antes de la conquista europea (Figura 5). Estos casos de domesticación y selección artificial compartidos se dieron en plantas como el maíz, frijol,

calabazas, tomate y también en árboles como el cacao y el caucho. Aunque este intercambio no ha documentado en la leucaena, tampoco se puede descartar la movilización de semillas de esta especie en tiempos prehispánicos desde México hasta Colombia.

- Varias especies del género *Leucaena* son nativas en Colombia, por ejemplo *L. boliviensis* y *L. colombiana*, endémicas de nuestra región Caribe.

Por otra parte, conviene tener en cuenta que frente al drama silencioso de la erosión,



Foto: Enrique Murgueta R.

■ Suelos degradados por más de 25 años en el Cesar.



Foto: Fernando Uribe

■ SSPi de 10 meses. La Luisa, Cesar.



Foto: Luis Hernando Solarte

■ SSPi con leucaena y Cañahuate *Tabebuia chrysantha*, Finca Santa Elena. Copey (Caracolito), Cesar.

degradación y compactación de los suelos en las regiones caribey andina de Colombia y la consecuente pérdida en la capacidad productiva de la tierra, la leucaena es un recurso vital para recuperar la estabilidad, la fertilidad y el potencial agrícola de nuestras tierras (Figura 6 y 7). En este sentido, la leucaena es clave para reducir la vulnerabilidad de nuestros ecosistemas

frente al cambio climático en la medida en que seamos capaces de aprovechar su incomparable eficiencia en la fijación de nitrógeno, la producción de materia orgánica y la regulación de la humedad y temperatura del suelo, factores que determinan su potencial para restaurar cientos de miles de hectáreas de terrenos afectados por la erosión.

La leucaena crece espontáneamente y forma rodales más o menos homogéneos sobre suelos empobrecidos, donde contribuye a la recuperación de los terrenos degradados a través de varios mecanismos. A la sombra de la leucaena regeneran muchos árboles nativos que no logran establecerse en los pastizales sin sombra. Es decir, en vez de inhibir el crecimiento de los árboles nativos, la leucaena facilita el establecimiento de muchos de ellos, en especial aquellos que toleran la sombra y requieren suelos moderadamente fértiles (Figura 8). Por otra parte, algunos suelos muy pobres en nutrientes y afectados por degradación severa, logran una recuperación física, química y biológica muy rápida gracias a las propiedades de la leucaena.

La leucaena no invade los ecosistemas maduros y bien conservados (Figura 9 y 10). Sus ventajas adaptativas se expresan únicamente en los sitios con suelos empobrecidos, similares a los suelos calcáreos y poco desarrollados de la península de Yucatán donde este árbol es fundamental durante la regeneración de los bosques después de fenómenos extremos como los huracanes o los grandes incendios.



Foto: Enrique Murguierío R.

■ Bosque seco tropical con SSPi vecino por más de 20 años, sin evidencias de invasión por la leucaena.

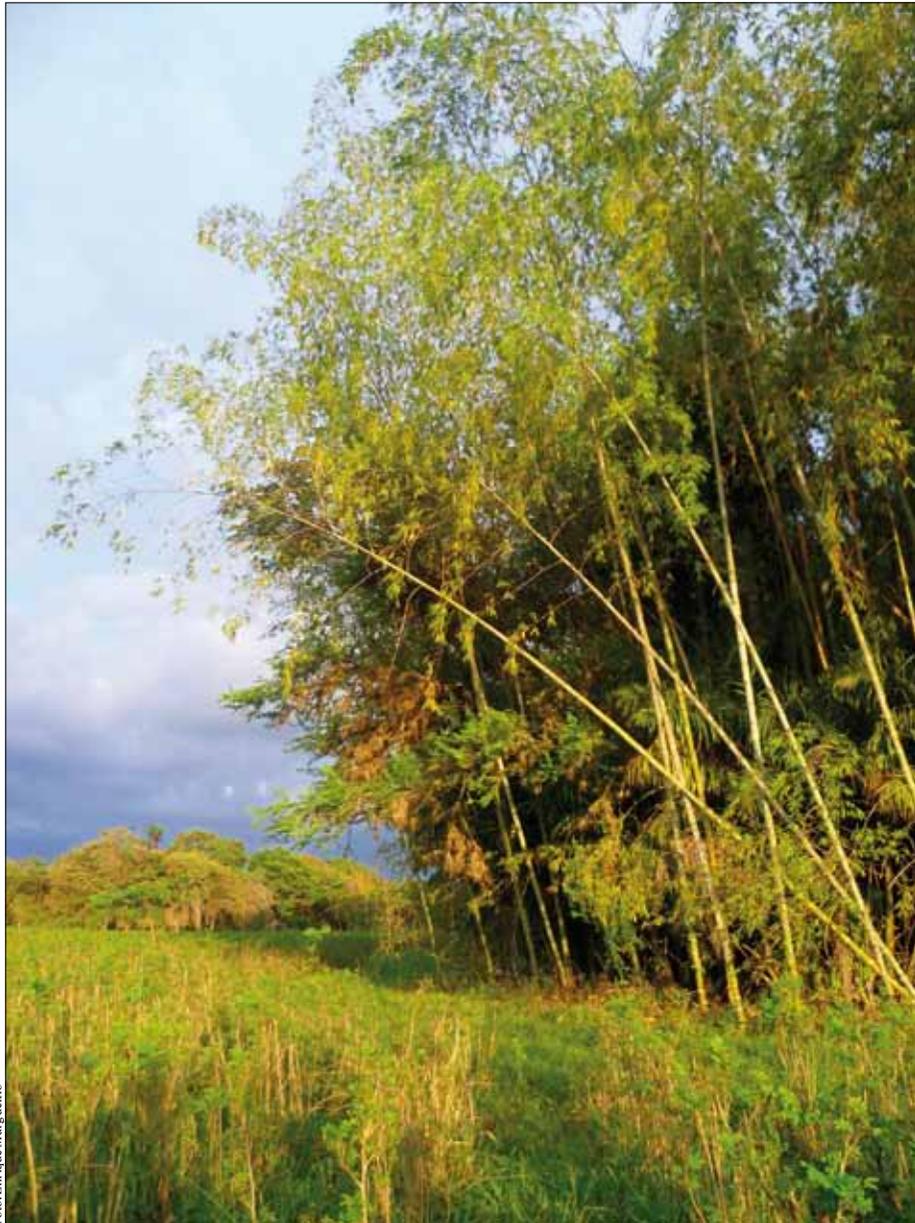


Foto: Enrique Murguettio

- Leucaena de SSPi y bosque de guadua. La leucaena no germina dentro del guadual. Reserva Natural El Hatico, Cerrito, Valle del Cauca.

Al ser una planta heliófila (amante del sol), la leucaena tiene serias dificultades para propagarse en hábitats con un dosel denso. Las semillas requieren suelo desnudo para germinar y las plántulas de menos de 45 días no toleran la intercepción de luz que generan las gramíneas o las arvenses. Más de dos décadas de experiencia con el uso de la leucaena en los suelos fértiles del Valle geográfico de río Cauca y en otros de menor calidad en el valle alto del río Magdalena, muestran que solo es posible garantizar el establecimiento exitoso de esta especie en los sistemas silvopastoriles intensivos

cuando se cumple con rigor el protocolo de siembra, limpieza y establecimiento de las gramíneas (Figura 11).

Así existan árboles de leucaena a libre crecimiento en medio de los sistemas silvopastoriles, las semillas formadas por éstos no logran repoblar el sistema espontáneamente debido a la competencia de las gramíneas y otras arvenses. Esta misma situación se presenta en la región del Caribe, especialmente en el valle del río Cesar (Cesar y sur de la Guajira) desde hace cinco años, así como en los estados mexicanos de Michoacán, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guerrero, Colima, y Jalisco, donde a pesar



Foto: Juan Gabriel González.

- Limpieza mecánica de cultivo de leucaena de 20 días, labor esencial sin la cual no se establece el cultivo. La Luisa, Cesar.



Foto: Enrique Murguettio

- Plántulas de leucaena creciendo en andén urbano.

de ser nativa, tiene un comportamiento similar en los agroecosistemas.

La leucaena no se adapta a condiciones de inundación ni a elevados niveles freáticos; por lo tanto tampoco invade las áreas de humedales. Su rango de adaptación en Colombia no sobrepasa los 1800 msnm, ni tolera la elevada acidez de los suelos con saturación de iones de aluminio. Ecosistemas estratégicos como los páramos, bosques de niebla o las selvas húmedas de la Amazonia y el Chocó biogeográfico no posibilidades de ser invadidos por esta especie.

El crecimiento de matorrales densos de leucaena en lugares donde no se ha sembra-

do ocurre en espacios abiertos, degradados o sometidos al fuego y a otros agentes catastróficos para la vegetación nativa como la maquinaria de construcción. Este es el origen de las “invasiones” de leucaena sobre las márgenes de carreteras, taludes, obras civiles abandonadas y lotes sin uso en las ciudades (Figura 12).

En síntesis, lejos de comportarse como una especie invasora, la leucaena es una especie de origen mesoamericano que juega un papel clave en la rehabilitación o restauración ecológica de tierras degradadas. De hecho, su uso cuidadoso podría incluso contribuir a la recuperación de poblaciones de plantas colombianas en peligro de extinción.

Punto de vista de los productores

Desde la óptica del productor ganadero, la leucaena es una herramienta fundamental para mejorar la sostenibilidad del sistema y reducir la dependencia de éste frente a los insumos externos, en especial los fertilizantes nitrogenados de síntesis química como urea y nitrón. La leucaena ha demostrado su papel catalítico en los sistemas ganaderos y agrícolas de los trópicos porque permite que las plantas asociadas expresen todo su potencial de producción de bio-

masa. Por ejemplo, la Hacienda Lucerna, situada en Bugalagrande, Valle del Cauca, logró eliminar el uso de 450 kg de urea por hectárea por año mediante la introducción de la leucaena en una densidad de 30.000 arbustos por hectárea (Figura 13). Como resultado de esto, no sólo se dejaron de emitir a la atmósfera enormes volúmenes de gases de efecto invernadero, sino que la carga animal se elevó de 3,5 a 4,5 vacas por hectárea, y la producción anual de leche pasó de 9000 a 15.000 litros por hectárea entre 1990 y el 2011.

Aunque el aporte anual directo de biomasa de la leucaena al sistema silvopastoril rara vez sobrepasa las 5 toneladas de materia seca por hectárea en la Reserva Natural El Hatico (El Cerrito, Valle del Cauca), su presencia en alta densidad permite elevar la producción de las gramíneas hasta 30 o más toneladas de materia seca por hectárea y por año. Además, la poda de los arbustos incorpora al suelo 3 toneladas de materia seca por hectárea cada año.

Tanto en la Reserva Natural El Hatico como en la Hacienda Lucerna, la implementación de los sistemas silvopastoriles intensivos con poblaciones de leucaena que superan las 20.000 plantas por hectárea, ha permitido que la actividad de producción de leche siga siendo viable a pesar del costo de



Foto: Enrique Murgueta

■ SSPI 18 años, Hacienda Lucerna. Bugalagrande, Valle del Cauca.

oportunidad de la tierra en actividades como la producción de caña de azúcar.

El comportamiento de la leucaena en diferentes regiones donde se ha cultivado durante los últimos 20 años se resume en la Tabla 1.

Controladores naturales de la leucaena en Colombia

Uno de los criterios que debe cumplir una planta para ser considerada invasora es la ausencia de enemigos naturales como herbívoros y/o patógenos capaces de controlar las poblaciones en el nuevo ecosistema. En el caso de la leucaena, CIPAV ha identificado seis insectos, tanto generalistas como especialistas, que defoliar la planta, y dos hongos fito-

Tabla 1. Comportamiento de la leucaena en terrenos aledaños a sistemas silvopastoriles intensivos establecidos en las dos últimas décadas

Finca	Ubicación	Tipo de sistema ganadero	Área actual y fecha de establecimiento del SSPI	Uso de la tierra en sectores aledaños	Invasión de la leucaena
Lucerna	Bugalagrande, Valle del Cauca. 1000 msnm	Lechería de doble propósito. 15.000 litros leche ha ⁻¹ año ⁻¹	57 hectáreas, desde 1990	Caña de azúcar	No
El Hatico	El Cerrito, Valle del Cauca	Doble propósito. 15.200 litros ha ⁻¹ año ⁻¹	100 hectáreas, desde 1992	Caña de azúcar, bosque nativo y guaduales	No
Asturias	La Tebaida, Quindío. 1300 msnm	Doble propósito. 14.000 litros ha ⁻¹ año ⁻¹	48 hectáreas, desde 2003	Ganadería, frutales y guaduales	No
El Arco	La Tebaida, Quindío. 1300 msnm	Levante y ceba	96 ha, desde 2003	Ganadería, frutales, plátano y café	No
Las Galias	Cartago, Valle del Cauca. 1000 msnm	Cría, levante y ceba	13 ha, desde 2006	Ganadería extensiva y guaduales	No
El Porvenir	Codazzi, Cesar	Cría, doble propósito. 3,5 – 5 UGG ha ⁻¹	110 ha, desde 2005	Ganadería extensiva y algodón	No
El Chaco	Piedras, Tolima. 600 msnm	Doble propósito. Levante - ceba. 14000 litros leche/ ha/ a	62 ha, desde 1995	Arroz y ganadería extensiva	No
La Luisa	Codazzi, Cesar	Doble propósito	77 hectáreas, desde 2010	Algodón	No

patógenos que pueden poner en riesgo la productividad del sistema ganadero si no se manejan oportunamente (Tabla 2) (Figuras 14-21). Los impactos productivos de estos enemigos naturales de la leucaena, han sido documentados en todas las regiones de Colombia donde esta especie se cultiva como forraje en los sistemas silvopastoriles intensivos. En algunos casos, la herbivoría ha causado pérdidas hasta del 80% del tejido foliar, razón por la cual ha sido necesario adoptar estrategias de control (ver Carta FEDEGAN número 124).

Necesidades de investigación

Leucaena leucocephala, catalogada con ligereza como especie invasora sin estudios detallados en el país, es reconocida a la vez por su rápido crecimiento y su capacidad excepcional para la fijación biológica del nitrógeno. Por las características físico-químicas de su follaje, tolera bien el ramoneo, se adapta a una amplia variedad de sitios y climas y ha sido uno de los componentes leñosos más ampliamente adoptados en los sistemas agroforestales y silvopastoriles de Colombia y América Latina (Figura 22). Además, es una de las pocas plantas leñosas con la capacidad de ajustarse a los cortos ciclos vegetativos de las gramíneas. Antes de estigmatizar a la leucaena como un “peligro para la biodiversidad colombiana”, es necesario responder preguntas tales como:

¿Existen evidencias de la invasión de ecosistemas naturales colombianos por la leucaena? Si es así, ¿en qué grado se presenta la invasión y qué efectos ha tenido sobre las especies nativas afectadas?

¿El riesgo de invasión es homogéneo en todo el territorio nacional? Se requieren evaluaciones regionales porque el nivel de riesgo que existe, por ejemplo, en el valle del río Cesar, no es igual al que existe en San Andrés y Providencia.

¿Cuáles especies nativas han sido desplazadas por la leucaena? ¿Cuáles son los impactos de la leucaena en términos de pérdida de la biodiversidad?

¿Qué funciones ecológicas y servicios ambientales han dejado de prestar nuestros ecosistemas como consecuencia de expansión de la leucaena?

Tabla 2. Insectos herbívoros y patógenos que atacan la leucaena *Leucaena leucocephala*. Fotos: Carolina Giraldo y Karen Reyes

Insecto	Fotografía
<p>Nombre común: Cigarrilla Nombre científico: <i>Heteropsylla cubana</i> Orden: Homóptera Familia: Psyllidae Regiones: Valle geográfico del río Cauca, Terraza de Ibagué, cuenca media del río La Vieja.</p>	
<p>Nombre científico: <i>Melipotis famelica</i> Nombre común: falso gusano medidor Orden: Lepidóptera Familia: Noctuidae Regiones: Valle geográfico del río Cauca, cuenca media del río La Vieja, Santafé de Antioquia, Terraza de Ibagué y Valle del río Cesar.</p>	
<p>Nombre científico: <i>Prosarthia teretrirostris</i> Nombre común: María pirata Orden: Ortóptera Familia: Proscopidae Regiones: Valle del río Cesar, Córdoba y sur de Guajira.</p>	
<p>Nombre científico: <i>Apotoforma</i> sp. Nombre común: Pega-pega, polilla enrolladora Orden: Lepidoptera Familia: Tortricidae Región: Valle del río Cesar</p>	
<p>Nombre científico: <i>Thrips</i> sp. Nombre común: Chupadores, pulgones Orden: Thysanoptera Familia: Thripidae Región: Valle del río Cesar</p>	
<p>Nombre científico: <i>Atta cephalotes</i>, <i>A. colombica</i>, <i>A. sexdens</i>, <i>A. laevigata</i> Nombre común: Hormiga arriera Orden: Hymenoptera Familia: Myrmicinae Regiones: Valle geográfico del río Cauca, Eje Cafetero, Antioquia, Valle del río Cesar, Guajira, Córdoba, Terraza de Ibagué.</p>	



Foto: Carolina Giraldo

- Planta de leucaena rebrotando después del ramoneo.

¿Puede la leucaena alterar los patrones de riqueza y abundancia de las especies nativas en los ecosistemas naturales?

Palabras finales

El buen uso de la leucaena es fundamental como parte de la adaptación del país al cambio climático mediante sistemas ganaderos y agrícolas más rentables y con mayor potencial de producción de biomasa, captura de carbono y conservación de nuestros suelos. Por otra parte, la leucaena puede ayudar a transformar miles de hectáreas de suelos degradados e improductivos en bosques y sistemas agroforestales.

Tabla 2. Insectos herbívoros y patógenos que atacan la leucaena *Leucaena leucocephala*. Fotos: Carolina Giraldo y Karen Reyes

Nombre científico: *Capnodium* sp.
Nombre común: Fumagina
Orden: Capnodiales
División: Ascomycota
Regiones: Valle geográfico del río Cauca, Eje Cafetero, Antioquia, Terraza de Ibagué.



Nombre científico: *Ganoderma lucidum*
Nombre común: Ganoderma
Orden: Polyporales
División: Ascomycota
Regiones: Valle geográfico del río Cauca, Valle del río Cesar.



Es necesario avanzar en la investigación sobre los riesgos que la leucaena y muchas otras especies exóticas representan para los ecosistemas colombianos.

Sin embargo, las observaciones hechas por CIPAV durante más de 20 años en condiciones naturales y productivas y en varias

regiones de Colombia, sugieren que la categorización de la leucaena como planta invasora podría limitar la adopción de sistemas productivos capaces de aumentar la productividad de más del 200 % en los valles interandinos y hasta un 400% en el Caribe seco.

Lecturas recomendadas

- Balaguer, L. 2004. Las plantas invasoras, ¿el reflejo de una sociedad crispada o una amenaza científicamente contrastada? *Historia Natural* 5: 32-41.
- Baptiste M.P., Castaño N., Cárdenas D., Gutiérrez F. P., Gil D.L. y Lasso C.A. (eds). 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 200 p. Convenio sobre diversidad biológica. <http://www.cbd.int/convention/>.
- Calle Z, Murgueitio E, Cuartas C. 2008. Acacia forrajera *Leucaena leucocephala*: intensificación ganadera por la vía natural. *Revista CARTA FEDEGAN*, marzo-abril 2008, No. 105: 80-86, Colombia.
- Giraldo, C., Reyes, K., Montoya-Lerma, J., Calle, Z., Madrigal, A., Solarte, L. & Murgueitio, E. 2011. Control de insectos dañinos en sistemas silvopastoriles intensivos asociada

- a los fenómenos climáticos extremos de 2009-2010 en el Caribe seco Colombiano. *Memorias III Congreso Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería sostenible del siglo XXI*. Morelia y Tepalcatpec, Michoacán. p.89.
- Instituto Alexander von Humboldt. I3N COL-Base de datos de especies invasoras de la red temática I3N- IABIN Colombia. <http://ef.humboldt.org.co/index.asp>
- Mc Neely, J.A., H.A. Mooney, L.E. Neville, P. Schei y J.K. Waage (eds). 2001. *A Global Strategy on Invasive Alien Species*. UICN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK, en colaboración con Global Invasive Species Programme. X+50p.
- Murgueitio, E. 2011. Ganadería del futuro. *Memorias III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos, para la ganadería sostenible del siglo XXI*. Marzo 2, 3 y 4. Morelia y Tepalcatpec, México. Fundación Produce Michoacán, COFRUPO, SAGARPA, Universidad Autónoma de Yucatán - UADY.
- Murgueitio, E., Z. Calle, F. Uribe, A. Calle & B. Solorio. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle

- ranching lands. *Forest Ecol. Manage.* 261: 1654-1663.
- Rentería, Jorge L. 2007. Plan de manejo para la erradicación de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De wit, (Mimosaceae), especie invasora de limitada distribución en la isla Floreana, Galápagos. Estación Científica Charles Darwin, Galápagos.
- Reyes, K., Giraldo, C., Uribe, F., & Murgueitio, E. 2011. Insectos en climas extremos en sistemas silvopastoriles intensivos. *Revista Carta Fedegan*, 124, 102-105.
- Shelton M y S. Dalzell. 2007. Production, economic and environmental benefits of leucaena pasture. *Tropical Grasslands*. Volume 41, 174-190.
- Yoshida E., Oka, S. 2004. Invasion of *Leucaena leucocephala* and its effects on the native plant community in the Ogasawara (Bonin) Islands. *Weed technology* 1: 1371-1375.
- Zarate, S.P., 1994. Revisión del género *Leucaena* en México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Ser. Bot. 65 (2): 83-162.

SISTEMAS SILVOPASTORILES



■ Anfibio asociado a los SSPi con *Leucaena leucocephala*.

El SSPi con *leucaena leucocephala*:

Amigo de la ganadería y de la biodiversidad

Carolina Giraldo¹, Karen Reyes¹, David Fajardo¹, Luis Solarte¹ & Enrique Murgueitio²

La simplificación de los ecosistemas naturales hacia sistemas de ganadería convencional ha generado pérdida de diversidad biológica en varias regiones del país. Los monocultivos de pasto con baja o nula cobertura arbórea con uso frecuente del

fuego además de la aplicación de productos agroquímicos en especial herbicidas, fertilizantes y plaguicidas, son sitios que ofrecen pocas posibilidades de refugio y alimentación para la fauna nativa. La expansión de la ganadería ha afectado regiones de alta importancia ecológica, principalmente

bosques andinos y secos. Por esta razón, la actividad ganadera ha sido señalada como una amenaza para la conservación y la protección de ecosistemas estratégicos y como la causa del riesgo de extinción de diversas especies animales y vegetales.

Sin embargo, es importante resaltar que los sistemas sostenibles de producción ganadera permiten integrar la producción y la conservación a partir del uso sustentable de la biodiversidad, lo cual representa beneficios económicos y ambientales para el productor. En este sentido, los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), que incluyen diferentes estratos y especies vegetales como gramíneas vigorosas en cobertura completa del suelo, arbustos forrajeros en alta densidad, árboles nativos, maderable, frutales y palmas, permiten diseñar sistemas ganaderos apropiados para la colonización y el establecimiento de la fauna nativa. Estos sistemas productivos con múltiples estratos están en armonía con la lógica natural tropical, por lo cual se recuperan procesos ecológicos esenciales y se disminuye la dependencia de insumos externos, favoreciendo la biodiversidad.

Diversas investigaciones llevadas a cabo por CIPAV en Colombia, han demostrado que el establecimiento de SSPi con *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit., permite una recuperación de la diversidad biológica y su funcionalidad ecológica en comparación con los sistemas tradicionales sin árboles. Insectos como hormigas y escarabajos, también las aves, anélidos, reptiles, anfibios y mamíferos, han sido utilizados como indicadores de la rehabilitación ecológica de los sistemas de reconversión ganadera.

Insectos

En los SSPi con *Leucaena* se encuentra una diversidad de insectos que anidan y se alimentan de ésta o que llegan en busca de presas (Tabla 1). La *leucaena* es frecuentemente visitada por mántidos depredadores que son cazadores efectivos de diversos organismos invertebrados, gracias a su buena visión, a las patas anteriores modificadas para agarrar (raptorales) y a la capacidad

¹ Investigadores.

² Director Ejecutivo. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV. Cali, Colombia.

Tabla 1. Insectos asociados a los SSPi con *Leucaena leucocephala*

Orden: Orthoptera
Familia: Tettigoniidae
Subfamilia: Psudophyllinae
Hábito: Depredador



Orden: Coleóptera
Familia: Crisomelidae
Hábito: Fitófago



Orden: Mantodea
 Ninfa (inmaduro)
Hábito: Depredador



Orden: Odonata
Suborden: Anisóptera
Familia: Libellulidae
Hábito: Depredador



Orden: Coleóptera
Familia: Coccinellidae
Especie: *Hippodamia convergens*
Hábito: Depredador



Orden: Diptera Postura
Familia: Syrphidae
Hábito: Depredador



Orden: Hymenóptera
Familia: Vespidae
Hábito: Depredador



Orden: Coleóptera
Familia: Cerambycidae
Hábito: Depredador



Orden: Lepidóptera
Suborden: Heterótera
Hábito: (Larva Fitófaga)



Orden: Heteróptera
Familia: Coreidae
Hábito: Fitófaga



Orden: Coleóptera
Familia: Coccinellidae
Hábito: Depredador



Orden: Hymenóptera
Familia: Vespidae
Hábito: Depredador



Orden: Mantodea
 Ninfa (inmaduro)
Hábito: Depredador



Orden: Coleóptera
Familia: Curculionidae
Hábito: Fitófago

que tienen de camuflarse mientras esperan su víctima. Las Avispas de la familia Vespidae visitan las leucaenas arbustivas y arbóreas y se alimentan de larvas de mariposas, escarabajos y otros insectos que encuentran asociados al silvopastoril.

En el follaje de la leucaena arbustiva es común encontrar escarabajos (Coleoptera) crisomélidos, que se alimentan de los foliolos, así como especies depredadoras pertenecientes a las familias Cerambycidae y Coccinellidae, las cuales son excelentes biorreguladoras de áfidos y chupadores. Debido a la buena retención de humedad en los SSPi, las libélulas sobrevuelan los arbustos de leucaena en busca de presas que pueden capturar en pleno vuelo.

Los chinches fitófagos y depredadores, grillos, mariposas, hormigas y otra gran variedad de insectos se observan constantemente en las leucaenas arbustivas y su diversidad contribuye a la recuperación de las redes tróficas en los sistemas ganaderos.

La leucaena tiene unas pequeñas glándulas llamadas nectarios extraflorales que contienen sustancias azucaradas (glucosa, sacarosa, fructuosa) y algunos aminoácidos esenciales, los cuales son utilizados como fuente de energía por insectos adultos.

Los parasitoides son organismos comunes en los SSPi con leucaena y su presencia es fundamental para la regulación de lepidópteros que defolían el follaje (Tabla 2). Se han identificado especies de Chalcididae (*Conura* sp. y *Brachymeria* sp.), y Braconidae volando sobre las hojas en busca de hospederos, así como ectoparasitoides sobre larvas defoliadoras. Sin embargo, otras especies de Hymenoptera (Pteromalidae e Ichneumonidae) son reconocidos parasitoides de moscas en estados inmaduros y pueden reducir la tasa de eclosión de estos dípteros en los SSPi. Estas microavisas se observan alimentándose de los nectarios de la leucaena y por lo tanto se encuentran exclusivamente en los SSPi y están ausentes en las pasturas convencionales.

Escarabajos

Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) son reconocidos a escala global por las funciones que cumplen en sistemas naturales y productivos debido a que durante el proceso de alimentación y apareamiento, mezclan partículas de sedimento de animales y plantas, lo cual incrementa la aireación y porosidad del suelo. Además, incorporan nutrientes y aumentan la fertilidad y productividad de las pasturas.

En estudios realizados en fincas ganaderas de la cuenca media del río La Vieja y del valle del río Cesar, se encontró que en los silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* se favorece el establecimiento de los escarabajos estercoleros en comparación con las pasturas convencionales. La mayor cantidad de árboles y arbustos en los potreros y la disponibilidad de hojarasca, ofrecen sitios especiales de refugio para los escarabajos, quienes descomponen el estiércol bovino y lo entierran rápidamente al suelo durante el proceso de construcción de las galerías que ellos utilizan para anidar (Tabla 3).

Tabla 2. Microavisas parasitoides de moscas asociadas a los SSPi con *Leucaena leucocephala*



Orden: Hymenoptera
Familia: Chalcididae
Género: *Conura*



Orden: Hymenoptera
Familia: Pteromalidae
Especie: *Spalangia cameroni*



Orden: Hymenoptera
Familia: Chalcididae
Género: *Brachymeria*

Tabla 3. Escarabajos estercoleros asociados a los SSPi con *Leucaena leucocephala*



Orden: Coleoptera
Subfamilia: Scarabaeinae
Especie: *Dichotomius carolinus*



Orden: Coleoptera
Subfamilia: Scarabaeinae
Especie: *Diabroctis cadmus*



Orden: Coleoptera
Subfamilia: Scarabaeinae
Especie: *Canthon septemmaculatus*

Tabla 4. Hormigas asociadas a los SSPi con *Leucaena leucocephala*

Orden: Hymenoptera
Subfamilia: Formicinae
Género: *Camponotus* sp.



Orden: Hymenoptera
Subfamilia: Ponerinae
Especie: *Ectatomma ruidum*



Orden: Hymenoptera
Subfamilia: Formicidae
Especie: *Acromyrmex* sp.

Tabla 5. Lombrices de tierra asociadas a la raíz de la leucaena en los SSPi

Phylum: Annelida
Subclase: Oligochaeta (asociada a raíz de *Leucaena leucocephala*)



Phylum: Annelida
Subclase: Oligochaeta

El aumento de los escarabajos estercoleros en los sistemas de reconversión ganadera permite recuperar las funciones ecológicas relacionadas con el reciclaje de nutrientes, la degradación de estiércol y el control biológico de moscas y parásitos gastrointestinales como se describió en detalle en anteriores publicaciones de Carta FEDEGAN.

Hormigas

Las hormigas tienen diversos hábitos alimenticios y estrategias de forrajeo, por lo cual son importantes para el funcionamiento de los ecosistemas ganaderos, principalmente porque se relacionan con el reciclaje de nutrientes, la descomposición de hojarasca, la dispersión de semillas y la regulación natural de insectos indeseados (Tabla 4).

En los sistemas de ganadería convencional es común encontrar hormigas generalistas que se adaptan a las condiciones homogéneas de los monocultivos de pasto. Sin embargo, en una investigación llevada a cabo en los sistemas ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, se demostró que en los SSPi con *Leucaena leucocephala*, se encuentran especies exclusivas de hormigas

que no están presentes en las pasturas sin árboles, debido a que la cobertura vegetal ofrece sitios adecuados de refugio para las hormigas y una mayor complejidad en la red trófica, lo cual favorece las hormigas cazadoras y especialistas.

Anélidos

Las lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) son organismos descomponedores de materia orgánica y son fundamentales para el funcionamiento del sistema ganadero debido a que contribuyen a la degradación de estiércol y la hojarasca y por lo tanto, mejoran la calidad del suelo. Algunas habitan las capas superiores y participan en la circulación de nutrientes al descomponer la materia orgánica. Otras que habitan en sustratos más profundos modifican la estructura del suelo con su actividad cavadora y producción de heces.

En la investigación reciente llevada a cabo por Carolina Giraldo en el valle del río Cesar, se encontró que en las pasturas sin árboles hay poca abundancia de lombrices mientras que en los SSPi con leucaena se registró una gran cantidad de lombrices en los diferentes estratos del suelo. Al ser

un SSPi multiestrato que presenta una menor temperatura en el suelo, disponibilidad permanente de agua y alimento, las lombrices pueden establecerse con mayor éxito.

Por alguna razón particular que aún se desconoce las lombrices de tierra se asocian en grandes cantidades a la raíz de la leucaena en los sistemas silvopastoriles, en donde permanecen túrgidas, con el cuerpo elongado y en constante movimiento (Tabla 5).

Reptiles y anfibios

Los reptiles y anfibios son depredadores que se alimentan de una amplia variedad de organismos vertebrados e invertebrados. La complejidad estructural de los SSPi arbórea y arbustiva, permite el establecimiento de lagartijas, lagartos (ameivas, guaguas, lobitos), ranas, sapos y serpientes propios de los ecosistemas naturales, que utilizan los silvopastoriles como sitios de refugio y alimentación por la oferta de recursos (Tabla 6).

A pesar de que estos sistemas ofrecen condiciones adecuadas para los reptiles, son mínimos los accidentes que se presentan por mordedura de víboras venenosas debido al manejo grupal del ganado en la rotación al cual huyen las serpientes. La presencia de algunos de estos reptiles en los SSPi, hace que se mantengan reguladas algunas especies “problema” de pequeños roedores que causan daños domésticos y daños a cultivos.

Aves

En Colombia 50 especies de aves se encuentran amenazadas de extinción a causa de la deforestación y la simplificación de los sistemas ganaderos. El

Tabla 6. Anfibios y reptiles asociados a los SSPi con *Leucaena leucocephala*

Orden: Anura
Familia: Hylidae



Orden: Anura
Familia: Hylidae



Orden: Squamata
Familia: Teiidae
Especie: *Ameiva* sp.



Orden: Squamata
Familia: Iguanidae
Especie: *Iguana iguana*

incremento de la cobertura vegetal en los SSPi mejora la conectividad y permite el flujo de especies entre los sistemas naturales y productivos minimizando el riesgo de extinción de las poblaciones locales.

En el monitoreo realizado durante cuatro años en las fincas ganaderas de la cuenca del río La Vieja en diferentes usos del suelo, se encontraron 193 especies, 19 Ordenes y 49 familias de aves. Los resultados demostraron que con el establecimiento de los SSPi con *L. leucocephala*, se logró un incremento del 32,2% en el número total de especies de aves que recolonizaron los sistemas ganaderos después del aumento de la cobertura vegetal. Se identificaron 61 aves de interés para la conservación que habían sido desplazadas por la simplificación de los sistemas ganaderos en la región, incluyendo especies claves que están amenazadas y en peligro de extinción. Los SSPi albergan una alta riqueza y abundancia de aves nativas que encuentran en ellos sitios de refugio, alimento y reproducción. Las principales aves asociadas al SSPi con *Leucaena leucocephala* se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Aves asociadas a los SSPi con *L. leucocephala*.

Familia: Psittacidae
Especie: Ara macao
Nombre común: Guacamaya bandera
Hábito: Especie emblemática



Familia: Picidae
Especie: Colaptes punctigula
Nombre común: Carpintero buchipecoso
Hábito: Depredador



Familia: Falconidae
Especie: Falco sparverius
Nombre común: Cernícalo
Hábito: Depredador



Familia: Strigidae
Especie: Megascops choliba
Nombre común: Currucutú común
Hábito: Depredador



Familia: Tyrannidae
Especie: Todyrostrum cinereum
Nombre común: Espatulilla común
Hábito: Depredador



Familia: Picidae
Especie: Picumnus granadensis
Nombre común: Carpintero punteado
Hábito: Especie endémica

Tabla 7. Aves asociadas a los SSPi con *L. leucocephala*.

Familia: Strigidae
Especie: *Asio stygius*
Nombre común: Búho orejudo
Hábito: Depredador



Familia: Psittacidae
Especie: *Ara ararauna*
Nombre común: Guacamayo azul y amarillo
Hábito: Especie emblemática



Familia: Tyrannidae
Especie: *Pyrocephalus rubinus*
Nombre común: Atrapamoscas Pechirojo
Hábito: Depredador



Familia: Falconidae
Especie: *Milvago chimachima*
Nombre común: Pigua
Hábito: Depredador



Familia: Strigidae
Especie: *Athene cucularia*
Nombre común: Mochuelo terrero
Hábito: Depredador



Familia: Tyrannidae
Especie: *Elaenia flavogaster*
Nombre común: Elaenia copetona
Hábito: Depredador



Familia: Cuculidae
Especie: *Crotophaga ani*
Nombre común: Garrapartero común
Hábito: Depredador



Familia: Falconidae
Especie: *Caracara cheriway*
Nombre común: Guaraguaco común
Hábito: Depredador

Mamíferos

Algunos mamíferos pueden readaptarse rápidamente a nuevas áreas y consiguen recuperar sus hábitos dentro de los SSPi, pues estos constituyen lugares que se asemejan a relictos de bosques, donde encuentran protección, refugio, hábitat, alimento y lugares para su movilidad que conectan los sistemas productivos con los escasos y frágiles fragmentos boscosos que aún permanecen en las zonas ganaderas de gran parte de la geografía colombiana.

La importancia de la reaparición y repoblación de los mamíferos en los SSPi radica en el hecho de que las pequeñas poblaciones tienen la posibilidad de reproducirse y enseñar a sus crías a sobrevivir hasta que éstas alcancen su edad de reproducción y solo en lugares con diversidad de especies, agua, árboles, arbustos, pastos y lugares de conexión con corredores ribereños, se pueden lograr estos procesos.

Algunos mamíferos son dispersores de semillas, lo que los hace organismos importantes en la regeneración natural de

árboles nativos en los SSPi, otros son depredadores y controlan organismos plaga, por lo cual su presencia en los sistemas ganaderos, es indicadora de que se ha recuperado procesos ecológicos importantes y eslabones de la cadena alimenticia que se pierden en los sistemas simplificados.

Si bien en el momento no se han llevado a cabo investigaciones científicas para caracterizar la fauna de mamíferos presentes en los silvopastoriles intensivos, ha sido posible documentar

a partir de observaciones puntuales de productores de varias regiones del país e investigadores de CIPAV, la presencia en los SSPi de monos aulladores rojos (*Alouatta seniculus*), monos nocturnos (*Aotus lemurinus zonalis*), venado cauquero (*Mazama guazoubira*) y colablanca (*Odocoileus virginianus*), conejos silvestres (*Silvilagus brasiliensis*), ardillas (*Sciurus granatensis*), guatines (*Dasyprocta fuliginosa*, *D. punctata*), chuchas o rabipeladas (*Didelphis marsupialis*) y felinos como el yaguarundi o gatos de monte (*Puma yagouaroundi*) y los tigrillos (*Leopardus tigrinus*) (Tabla 8).

A partir de la información que se ha recopilado durante más de 15 años de investigación en biodiversidad asociada a los SSPi, se ha demostrado la importancia de estos sistemas desde el punto de vista de conservación, debido a que la mayor complejidad estructural y la integración de árboles y arbustos forrajeros y nativos, favorece la llegada y el establecimiento de especies claves y promueve la conectividad entre los sistemas naturales y los sistemas ganaderos. Desde el punto de vista productivo, el incremento de diversidad biológica en los potreros ganaderos permite aumentar los servicios ambientales relacionados con la polinización, la dispersión de semillas, el mejoramiento de suelos, el control biológico de organismos indeseados y la belleza escénica.

Tabla 8. Mamíferos asociados a los SSPi con *Leucaena leucocephala*



Orden: Didelphimorphia
Familia: Didelphidae
Especie: *Caluromys derbianus*



Orden: Primates
Familia: Atelidae
Especie: *Alouatta seniculus*



Orden: Primate
Familia: Aotidae
Especie: *Aotus lemurinus*



Orden: Artiodactyla
Familia: Cervidae
Especie: *Odocoileus virginianus*



Orden: Rodentia
Familia: Sciuridae
Especie: *Sciurus granatensis*



Orden: Rodentia
Familia: Dasyproctidae
Especie: *Dasyprocta punctata*

Lecturas recomendadas

- Chará, J. & Giraldo, C. 2011. Servicios ambientales de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. CIPAV, Cali. 76p.
- Etter, A., and W. van Wyngaarden. 2000. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. Royal Swedish Academy of Sciences. *Ambio*. 29 (7): 432-439
- Fajardo D., Johnston-González, R., Neira, L., Chará, J. & Murgueitio, E. 2009. Influencia de los sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Revista Recursos Naturales y Ambiente*, 58:9-16.
- Giraldo, C., & Murgueitio, E. (2010). Escarabajos estercoleros: los cinceles y rastrillos naturales de las tierras ganaderas. *Revista Carta Fedegan*, 116, 76-78.
- Giraldo, Carolina. (2007). Escarabajos Estercoleros amigos de la Ganadería. *Revista Carta Fedegan*, (100), 74-76.
- Giraldo, Carolina, Escobar, F., Chará, J. D., & Calle, Zoraida. (2011). The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity*, 4, 115-122.
- Molina, E. J., Molina, C. H., Giraldo, C., Villota, H., Montoya-Lerma, J., Calle, Z., & Murgueitio, E. (2010). Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de agroforestería para la producción pecuaria sostenible. In M. Ibrahim & E. Murgueitio (Eds.), *Biodiversidad funcional como reguladora de insectos plaga en los sistemas silvopastoriles durante la sequía del fenómeno del niño 2009-2010* (pp. 29-30). Ciudad de Panamá, Panamá: CIPAV, CATIE.
- Murgueitio, E., Cuartas, C. & Naranjo, J.F. (Eds) 2008. *Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo*. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. 489p.
- Rengifo, L.M., A.M. Franco-Maya, J.D. Amaya-Espinel, G.W. Kattan, B. López-Lanús. (Eds.). 2002. *Libro rojo de aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.