

Integración y manejo de la palma amarga (*Sabal mauritiformis*, Arecaceae) en sistemas agroforestales del Caribe colombiano

Integration and management of bitter palm (*Sabal mauritiformis*, Arecaceae) in agroforestry systems in the Caribbean region of Colombia

VIVIANA ANDRADE-ERAZO^{1,2*}, NÉSTOR GARCÍA³, LAUREN RAZ¹, HUGO LEONEL⁴, GLORIA GALEANO^{1†}

¹Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Cra. 30 # 45-03, edificio 425. Bogotá, Colombia. vyandradee@unal.edu.co*, lraz@unal.edu.co

²Universidad de Nariño.

³Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá. nestor.garcia@javeriana.edu.co

⁴Universidad de Nariño, Departamento de Ingeniería Agroforestal. Pasto, Colombia. hleonel2001@gmail.com

*Autor para correspondencia.

RESUMEN

La palma amarga (*Sabal mauritiformis*) es una especie del Caribe colombiano cuyas hojas se utilizan principalmente para techar viviendas rurales e infraestructura turística. Sus poblaciones silvestres hacen parte de sistemas agroforestales tradicionales, donde se ha favorecido su permanencia a pesar de la avanzada transformación antrópica del ecosistema original. El presente estudio tuvo como propósito caracterizar la composición y estructura de la vegetación y la forma de manejo silvicultural de los sistemas agroforestales de la palma amarga en el municipio de Piojó (Atlántico, Colombia). Se estudió la composición de la vegetación arbórea en 16 fincas, se caracterizó la estructura en siete parcelas de monitoreo y se realizaron entrevistas semiestructuradas a 23 productores. Con base en su vocación agroforestal, los sistemas se clasificaron en barbechos, silvoagrícolas y silvopastoriles. De acuerdo con su composición, los sistemas silvoagrícolas fueron más diversos que los barbechos y éstos a su vez que los silvopastoriles. Los estipes de las palmas ocuparon más de la mitad del área basal total en todos los sistemas, donde alcanzaron densidades de hasta $553 \pm 336,5$ ind/ha, sin embargo, su cobertura fue menor que la de los árboles. En cuanto al manejo silvicultural se encontró que los controles de insectos y arvenses fueron comunes a todos los sistemas. Uno de los problemas fitosanitarios más extendido fue la infestación de los estipes por termitas (Isoptera). Se proponen lineamientos para optimizar los arreglos agroforestales con palma amarga con base en el uso eficiente del espacio y las características de las especies forestales presentes.

Palabras clave. Manejo tradicional, palmas silvestres, PFNM, silvicultura.

ABSTRACT

Bitter palm (*Sabal mauritiformis*) is a useful species in the colombian Caribbean; its leaves are used mainly for thatching rural homes and buildings for tourism. Its wild populations are part of traditional agroforestry systems, where it has been favored in spite of the transformation of the original ecosystem. The purpose of this study was to characterize vegetation composition and structure, and silvicultural management of the agroforestry systems of bitter palm in Piojó (Atlántico, Colombia). Woody vegetation composition was studied in 16 farms, vegetation structure was characterized in seven monitoring plots and semi-structured interviews were conducted with 23 producers. Agroforestry systems were classified as fallows, silvopastoral and agrisilvicultural according to their use. Based on

Citación: Andrade-Eraza V, García N, Raz L, Leonel H, Galeano G. 2019. Integración y manejo de la palma amarga (*Sabal mauritiformis*, Arecaceae) en sistemas agroforestales del Caribe colombiano. *Caldasia* 41(1):92–107. doi: 10.15446/caldasia.v41n1.71527.

Recibido: 18/abr/2018 **Aceptado:** 20/nov/2018

species composition, the agrisilvicultural systems were more diverse than the fallows and these, in turn, were more diverse than silvopastoral systems. The palms reached densities up to 553 ± 336.5 ind/ha and their stems occupied more than half the basal area in all systems studied, but their coverage was less than that of arboreal species. Regarding the silvicultural management of the palms stands we found that insect and weed controls were carried out across all systems. One the biggest and most commonly reported phytosanitary problems was the infestation of palm stems by termites (Isoptera). We propose guidelines to optimize agroforestry systems with bitter palm based on efficient use of space and the characteristics of forestry species present in the systems.

Key words. NTFP, silviculture, traditional management, wild palms.

INTRODUCCIÓN

La palma amarga (*Sabal mauritiiformis* (H.Karst.) Griseb. & H.Wendl.) es una especie nativa de los ecosistemas secos del Neotrópico, se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Colombia y Venezuela ([Henderson et al. 1995](#)). En Colombia ha sido registrada en la región Caribe, en sectores del Darién y los departamentos de La Guajira, Sucre, Bolívar, Cesar, Atlántico, Córdoba y Magdalena. Además, se conocen pequeñas poblaciones en los departamentos de Valle del Cauca, Cundinamarca y Tolima ([Galeano y Bernal 2010](#)). Aunque la palma amarga tiene como su hábitat natural el bosque seco, también puede encontrarse en sistemas manejados como rastrojos y potreros ([Zona 1990](#), [Galeano y Bernal 2010](#)), en un intervalo altitudinal entre 0–400 m.

Sabal mauritiiformis es una especie intensamente usada en el Caribe colombiano, en particular sus hojas representan el recurso de techado más apreciado en esta región para la vivienda rural y la creciente industria turística ([Galeano 2013](#)). Otros usos también ampliamente conocidos corresponden a las hojas como envoltura para el tradicional bollo de yuca —un alimento muy popular de la gastronomía caribeña—, las inflorescencias se emplean en la elaboración de escobas, las hojas y los frutos sirven como alimento para el ganado, el cogollo se consume ocasionalmente como palmito, la hoja se usa en preparaciones medicinales

para tratar espasmos musculares y contra picaduras de animales ponzoñosos y los tallos se utilizan de diversas formas para construcciones ([Estupiñán-González 2012](#), [Galeano 2013](#)). Adicionalmente, las palmas brindan sombra para el ganado y servicios ecológicos como alimento y refugio para la fauna silvestre ([Estupiñán-González 2012](#), [Andrade-Erazo et al. 2015](#)).

El aprovechamiento de las palmas silvestres por parte de las comunidades humanas se realiza principalmente desde los bosques naturales, en los que por lo general no se ejecutan prácticas conducentes al mantenimiento de las poblaciones ni acciones para modificar las características de sus recursos. Sin embargo, también se presenta el caso de ciertas especies de palmas que por su uso ampliamente difundido o por la gran valoración de sus productos, han ingresado a formar parte de policultivos con árboles y especies agrícolas en sistemas agroforestales complejos, donde son intencionalmente manejadas para el aprovechamiento de sus recursos ([Bernal et al. 2011](#)). Este es el caso de *S. mauritiiformis* cuya preponderancia ha resultado en la permanencia de sus poblaciones en el paisaje agropecuario en el que convergen otras especies leñosas, pasturas o cultivos agrícolas de subsistencia donde se lleva a cabo un manejo incipiente, pero que ha permitido a esta especie permanecer a pesar de la avanzada transformación del ecosistema original ([Andrade-Erazo et al. 2015](#)).

Aunque son múltiples los criterios que han sido empleados para definir la agroforestería y los sistemas agroforestales, esta se considera como el conjunto de prácticas que posibilitan la construcción o el mantenimiento de arreglos productivos, que se pueden analizar como sistemas de producción agropecuaria, en los que se integran cultivos, árboles o animales de forma simultánea o permanente (Nair 1993, Krishnamurthy y Avila 1999). Por otro lado, las nociones más ampliamente aceptadas para definir los sistemas agroforestales están relacionadas con la estructura y la disposición espacial de sus componentes, la función que cumplen estos sistemas, sus bases ecológicas, las prácticas que se desarrollan en ellos y los rasgos socioeconómicos que los caracterizan (Nair 1993, Krishnamurthy y Avila 1999, Sinclair 1999, Atangana *et al.* 2014).

En América tropical se han reportado diversos sistemas de manejo agroforestal que involucran especies de palmas, entre ellas *Phytelephas aequatorialis* Spruce (Brokamp *et al.* 2014), *Aphandra natalia* (Balslev & A.J.Hend.) Barfod (Kronborg *et al.* 2008), *Bactris gasipaes* Kunth (Clement 1989), *Ceroxylon echinulatum* Galeano (Pintaud y Anthelme 2008), *Copernicia tectorum* (Kunth) Mart. (Torres *et al.* 2015), *Brahea dulcis* y *B. nitida* (Pulido y Coronel-Ortega 2015) y algunas especies del género *Sabal* (Caballero *et al.* 2001) y del género *Chamaedorea* (Hodel 1992). En estos sistemas se ha observado la inclusión de individuos silvestres tanto en pasturas como en sistemas silvoagrícolas, así como la presencia de árboles de sombrío, maderables, frutales, arbustos y otras especies de palmas. En su conjunto, estos sistemas pueden ser interpretados como áreas de forestación artificial que responden a las necesidades económicas de los pobladores rurales y a su vez, contribuyen a la integridad de los ecosistemas, pues en ellos se logra una mayor diversidad de especies y formas de

vida que en otros sistemas agrícolas (Pintaud y Anthelme 2008).

La palma amarga es una especie relevante para la economía local de los pobladores rurales en el departamento del Atlántico, ya que el comercio de sus hojas contribuye a suplir los ingresos de las familias; sin embargo, es poca la información sobre su sistema de producción (Andrade-Erazo y Galeano 2016). Con el presente estudio se documentaron las características de los sistemas agroforestales tradicionales que incluyen la palma amarga (*Sabal mauritiiformis*) en el municipio de Piojó (Atlántico) y se respondieron dos preguntas: ¿Cuáles son las características estructurales y de manejo silvicultural de estos sistemas agroforestales?, ¿Cómo se pueden mejorar dichos sistemas en cuanto a su producción y manejo sostenible?

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el área rural del municipio de Piojó, ubicado en el centro-occidente del departamento del Atlántico, en Colombia, sobre los 10°44' Norte y 75°06' Oeste. De acuerdo con Andrade-Erazo y Galeano (2016) la temperatura promedio del municipio está alrededor de los 24 °C y la precipitación anual alcanza los 1200 mm, el régimen de lluvias es bimodal, con dos períodos de lluvia distribuidos entre mayo-junio y agosto-noviembre, y dos períodos secos entre diciembre-abril y junio-julio. La zona de vida corresponde a bosque seco tropical (bs-T) (IGAC 1977) y al zonobioma del bosque seco tropical del Caribe (IDEAM *et al.* 2007).

En el municipio de Piojó las hojas de palma amarga se producen en unidades agropecuarias que oscilan entre 2 y 40 ha (la mayoría entre 2 a 10 ha), sobre terrenos de

ladera distribuidos en un intervalo altitudinal que va desde los 241 a 479 m, con pendientes moderadas a fuertes que varían entre 5 ° y más de 45 °. En estos espacios las hojas se aprovechan desde palmares de origen silvestre, conservados voluntariamente por los pobladores una vez se elimina la cobertura boscosa. En la zona prevalece la agricultura de subsistencia basada en la roza-tumba y quema de la vegetación ([Andrade-Erazo y Galeano 2016](#)).

Toma de datos

Se visitaron 16 fincas productoras de palma amarga en las que se llevó a cabo el reconocimiento de la composición de especies vegetales presentes en los sistemas productivos. La recolección de datos sobre la estructura de los sistemas se realizó en siete parcelas de monitoreo (20 m × 50 m) establecidas dentro de las fincas durante el año 2014.

La recopilación de datos se llevó a cabo de acuerdo con los principios metodológicos del Diagnóstico y Diseño —D&D— ([Raintree 1986](#), [Atangana *et al.* 2014](#)), el cual comprende una serie de acciones que inician con el reconocimiento de los componentes que hacen parte de los sistemas agroforestales y su organización, los recursos que estos ofrecen, las limitaciones que presentan y la consecuente planeación de su mejoramiento. Se tuvieron en cuenta además las indicaciones de [Vallejo *et al.* \(2005\)](#) para la compilación de información sobre vegetación en parcelas de monitoreo y las recomendaciones de [Gómez *et al.* \(2015\)](#) en lo referente a levantamiento de información de la vegetación presente en sistemas agroforestales. Bajo este contexto, se realizó un censo del componente leñoso y se tomaron datos de abundancia de los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) $\geq 2,5$ cm, altura, DAP y proyección de la copa para los árboles y la corona de

hojas en las palmas. Los individuos acaules y de hojas divididas de palma amarga se categorizaron como juveniles, los individuos con tallo, pero sin evidencia de reproducción como subadultos, y los individuos con evidencia de reproducción como adultos. Para establecer la estructura espacial de los arreglos se registró la ubicación de los árboles (con DAP ≥ 5 cm) y de las palmas presentes en tres sub-cuadrantes de 10 m × 10 m, al interior de cada parcela. Para las especies que no fue posible identificar en campo se tomó una muestra botánica que se procesó e identificó en el Herbario Nacional Colombiano COL.

Por otra parte, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 23 propietarios o trabajadores de fincas productoras de palma para conocer las prácticas de cultivo y silviculturales que se llevan a cabo sobre los palmares y el resto de la vegetación leñosa y agrícola.

Análisis de la información

La clasificación de los sistemas se llevó a cabo con base en su estructura y de acuerdo con los postulados de [Somarriba \(1992\)](#) y [Atangana *et al.* \(2014\)](#). Se realizó un análisis de la composición y la diversidad florística de los sistemas productivos empleando índices ecológicos de Shannon-Wiener y Simpson ([Krebs 1999](#)). Así mismo, se diseñaron diagramas de perfil de los sistemas estudiados.

La información obtenida de las entrevistas se procesó mediante análisis estadístico descriptivo y análisis para variables cualitativas. Los análisis ecológicos y estadísticos se realizaron con el programa PAST® ([Hammer *et al.* 2001](#)) y en el entorno R ([R Core Team 2016](#)). En todos los casos se aplicó análisis estadístico no paramétrico debido a que los datos incumplieron el supuesto de normalidad, el de homocedasticidad o ambos.

RESULTADOS

Características de los sistemas agroforestales

En cuanto a su vocación agroforestal se encontró que los sistemas presentes en el área de estudio pueden ser clasificados en tres tipos: barbechos, sistemas silvoagrícolas y sistemas silvopastoriles.

Los barbechos se identificaron como áreas en regeneración natural durante periodos comprendidos entre dos y doce años. Los sistemas silvoagrícolas correspondieron a

cultivos de subsistencia en interacción con palma amarga y árboles, y los sistemas silvopastoriles correspondieron a aquellos en los que predominó la palma amarga en interacción con pasturas y ganado vacuno (Fig. 1).

El componente arbóreo más importante tanto por la densidad ($425 \pm 49,5 - 597 \pm 333,2$ individuos/ha) como por la intensidad de uso correspondió a la palma amarga. En todos los sistemas hubo palmas con tallo aéreo, tanto reproductivas como no reproductivas, palmas acaules y plántulas.

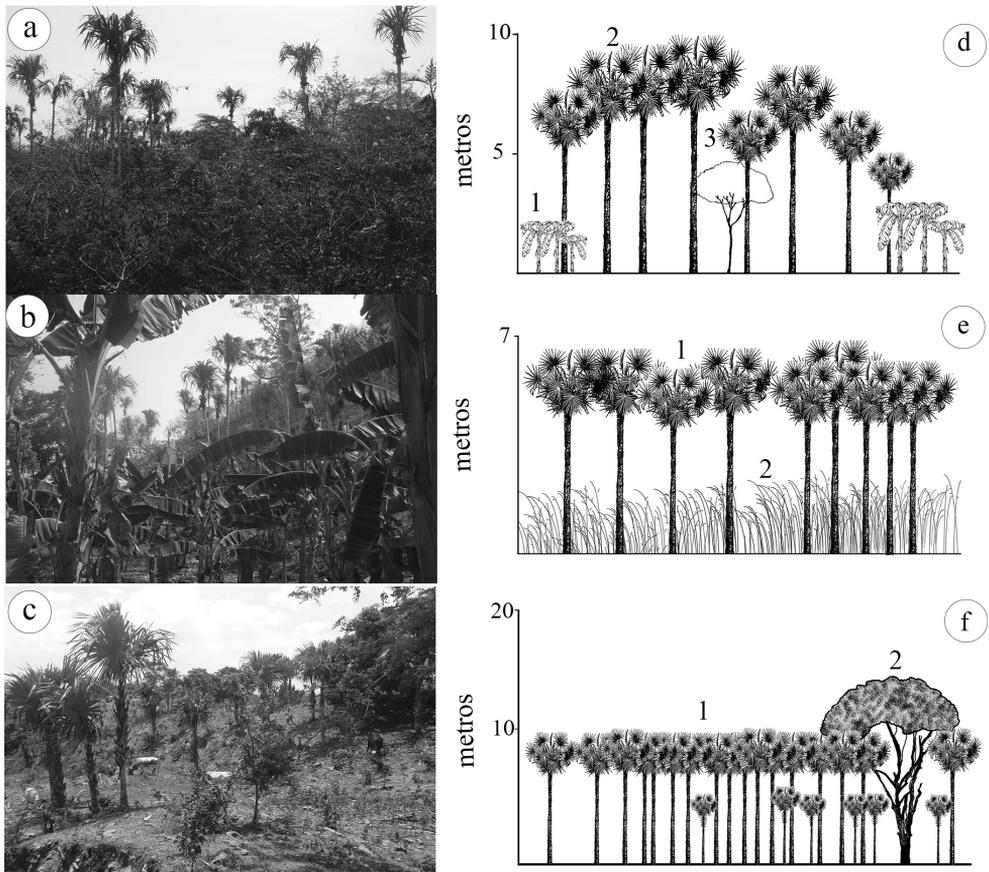


Figura 1. Aspecto general de los sistemas agroforestales tradicionales con palma amarga en Píojo, Atlántico. **a.** Barbecho. **b.** Sistema silvoagrícola. **c.** Sistema silvopastoril. **d.** 1= plátano (*Musa x paradisiaca* L.), 2= Palma amarga (*S. mauritiformis*), 3= arbolito de aceituno (*Vitex cymosa* Bertero ex Spreng.), **e.** 1 = Palma amarga (*S. mauritiformis*), 2 = Pasto (*Panicum maximum* Jack. cv. Tanzania), **f.** 1 = Palma amarga (*S. mauritiformis*), 2 = roble (*T. rosea*).

Otras especies identificadas durante los recorridos de las fincas productoras de hojas de palma se listan en la Tabla 1. Además, entre las especies agrícolas registradas por [Andrade-Erao y Galeano \(2016\)](#) en la zona, y aquellas que más fueron referidas por los agricultores como frecuentemente cultivadas estuvieron: el plátano hartón (*Musa x paradisiaca* L.), la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), el millo (*Panicum miliaceum* L.), el guandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), la caña (*Saccharum officinarum* L),

la piña (*Ananas comosus* (L.) Merr), el ajonjolí (*Sesamum indicum* L), el maíz (*Zea mays* L), el arroz (*Oryza sativa* L.), el café (*Coffea arabica* L) y el frijol zaragoza (*Phaseolus lunatus* L.). En los sistemas silvopastoriles predominaron los pastos naturales, aunque también se observaron pastos cultivados como el guinea-tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania) y los productores mencionaron el pasto angleton (*Dichanthium aristatum* (Poir.) C.E. Hubb.) como el usado con mayor frecuencia.

Tabla 1. Especies leñosas encontradas en las fincas productoras de palma amarga en Piojó, Atlántico.

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. colección
Baranoa	<i>Acacia</i> sp.	Fabaceae-Mimosoideae	VYAE 1
Cachito	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	Fabaceae-Mimosoideae	
Guacamayo	<i>Albizia</i> sp.*	Fabaceae-Mimosoideae	VYAE 2
Campano	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.*	Fabaceae-Mimosoideae	VYAE 3
Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero ex Kunth) Skeels	Anacardiaceae	
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	
Anón	<i>Annona squamosa</i> L.	Annonaceae	
Carreto	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	VYAE 4
Lata de corozo	<i>Bactris guineensis</i> (L.) H.E.Moore*	Arecaceae	
Resbala monos	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.*	Burseraceae	VYAE 5
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Fabaceae-Caesalpinioideae	VYAE 6
Guayabo	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	Rubiaceae	VYAE 7
Palma Iraca	<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.	Cyclanthaceae	
Cañandongá	<i>Cassia grandis</i> L.f.	Fabaceae	
Guarumo	<i>Cecropia</i> sp. *	Urticaceae	
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.*	Meliaceae	VYAE 8
Ceiba bonga	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.*	Malvaceae-Bombacoideae	
Limón	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck*	Rutaceae	
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	
Papayote	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bixaceae	VYAE 9
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	

(Continúa)

Tabla 1. Especies leñosas encontradas en las fincas productoras de palma amarga en Piojó, Atlántico. (continuación)

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. colección
Arate	<i>Cordia</i> sp.	Boraginaceae	VYAE 10
Totumo	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	
Higuerón	<i>Ficus</i> sp. 1	Moraceae	
Copey	<i>Ficus</i> sp. 2	Moraceae	
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.*	Fabaceae-Faboideae	
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.*	Malvaceae-Byttnerioideae	
Membrillo	<i>Gustavia superba</i> (Kunth) O.Berg	Lecythidaceae	VYAE 11
Banco	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Hernandiaceae	VYAE 12
Ceiba blanca	<i>Hura crepitans</i> L. *	Euphorbiaceae	
Guamo	<i>Inga</i> sp.	Fabaceae-Mimosoideae	VYAE 13
Olla de mono	<i>Lecythis minor</i> Jacq.	Lecythidaceae	
Bollo limpio	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Fabaceae-Faboideae	VYAE 14
Mora blanca	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.*	Moraceae	VYAE 15
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.*	Anacardiaceae	
Mamón cutuplí	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Sapindaceae	
Noni	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Rubiaceae	VYAE 16
Guayuyo	<i>Muntingia calabura</i> L.	Muntingiaceae	VYAE 17
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.*	Lauraceae	
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	Fabaceae- Faboideae	VYAE 18
Cajón	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Fabaceae-Faboideae	VYAE 19
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC	Fabaceae-Mimosoideae	
Majagua	<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand*	Malvaceae-Bombacoideae	
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.*	Myrtaceae	
Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i> L.*	Sapindaceae	VYAE 20
Gallito	Indeterminada	Fabaceae	VYAE 21
Camajurú	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.	Malvaceae	
Roble morado	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.*	Bignoniaceae	VYAE 22
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae-Caesalpionideae	
Guacharaco	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	
Varasanta	<i>Triplaris americana</i> L.	Polygonaceae	VYAE 23
Aceituno	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	Lamiaceae	VYAE 24

* Especies más comúnmente encontradas en la zona de estudio durante los recorridos

Tabla 2. Diversidad de la vegetación en los sistemas agroforestales tradicionales de Piojó, Atlántico.

Indicador	Sistema		
	Barbecho*	Silvoagrícola*	Silvopastoril**
Riqueza	20	10	9
No. Individuos	116	109	221
Simpson (1-D)	0,382	0,621	0,105
Shannon (H)	1,139	1,32	0,309

*0,2 hectáreas **0,3 hectáreas

El sistema silvoagrícola presentó la mayor diversidad; pese a que tuvo menor número de especies que los barbechos, las especies en este sistema estuvieron más uniformemente representadas que en los otros sistemas. Por su parte, el sistema silvopastoril tuvo menor diversidad, lo cual posiblemente estuvo asociado a la prevalencia de las palmas como el elemento leñoso principal de estos sistemas (Tabla 2).

Los sistemas agroforestales de Piojó presentaron áreas basales variables, pero casi siempre menores a 10 m²/ha. La palma amarga aportó más de la mitad del área ocupada por la vegetación leñosa en casi todos los casos, esta tendencia cambió en uno de los sitios con sistemas silvopastoriles debido a la presencia de grandes árboles de majagua (*Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand) (Fig. 2). Por otro lado, se observó que las palmas caulescentes reproductivas

(adultos) presentaron longitudes de tallo entre 1,50 y 10,92 m y alturas totales entre 4,4 y 14,3 m. Por su parte, las palmas con tallo que no tenían evidencia de reproducción (subadultos) en el momento del levantamiento de la información, presentaron longitudes de tallo desde 0,14 m hasta 3,93 m y alturas totales de 2 a 7,5 m. Para el resto de la vegetación la altura del dosel estuvo entre 1,7 y 24 m (Fig. 3).

En cuanto al área ocupada por la vegetación de los sistemas agroforestales tradicionales, se pudo determinar que en todos los casos los fustes de la palma amarga ocupan más del 50 %. Por el contrario, menos del 50 % del área de cobertura vegetal está asociada a las coronas de la palma amarga (Tabla 3). La distribución espacial de las palmas y el resto de la vegetación no siguió un patrón específico (Fig. 4).

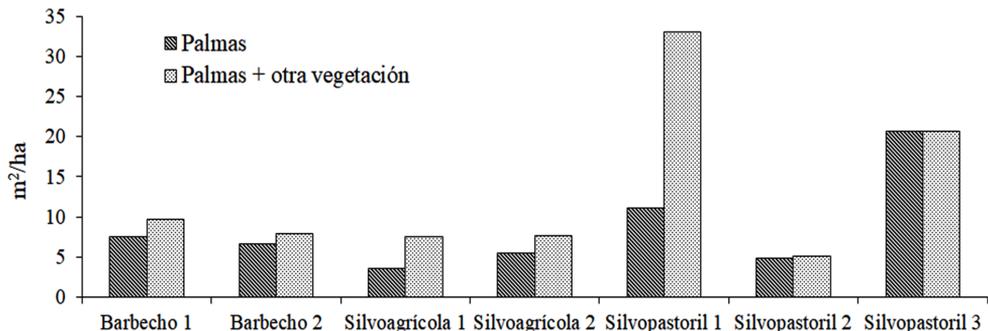


Figura 2. Área basal de la vegetación en los sistemas agroforestales tradicionales con palma amarga en Piojó, Atlántico. Las columnas con relleno de líneas oblicuas representan el área basal de los individuos de *Sabal mauritiformis*, mientras las que tienen relleno punteado corresponden a la vegetación leñosa en general, incluidas las palmas.

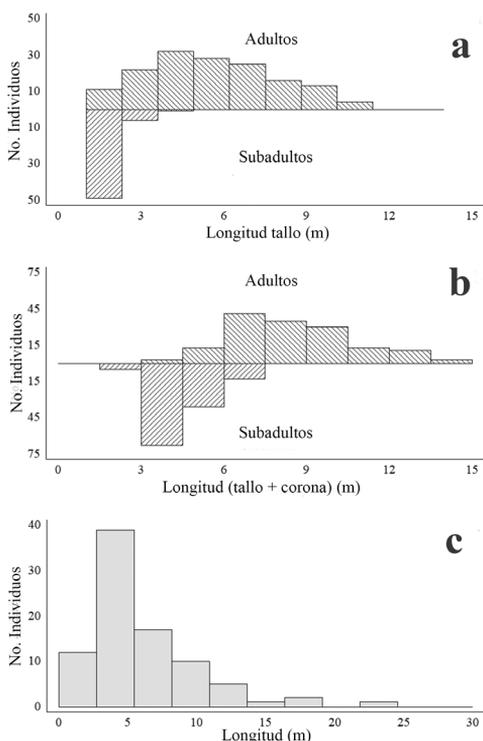


Figura 3. Altura del dosel en los sistemas agroforestales tradicionales con palma amarga en Piojó, Atlántico. **a.** Altura de los tallos de palma amarga; **b.** Altura total (tallo + corona) de las palmas; **c.** Altura de la vegetación no palmas.

Problemas fitosanitarios y prácticas de manejo

Durante los recorridos se observó un conjunto de síntomas en el cultivo de plátano en todas las fincas productoras de palma que incluía clorosis, doblamiento y manchas necróticas de las hojas, ablandamiento del pseudotallo

y secado de racimos inmaduros (Fig. 5a). De acuerdo con información suministrada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) se trataría de la enfermedad conocida como Moko o Ereke cuyo agente causal es la bacteria *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi *et al.* 1996, comb. nov. raza 2. (Rodríguez M., com. pers.). Además, se registraron colonias de termitas o comejen (Isoptera) en más del 90 % de los tallos de palma amarga en todos los sitios visitados (Fig. 5b-c) y larvas consumidoras de follaje, las cuales correspondieron posiblemente a *Brassolis sophorae* Linneo, 1758 (Nymphalidae) (Howard *et al.* 2001) (Figs. 5d-f).

En cuanto a las labores silviculturales realizadas por los agricultores en estos sistemas, la más reportada fue la cosecha o extracción con fines comerciales de las hojas de la palma amarga, la cual se realiza de una a seis veces por año. De acuerdo con los productores, aunque la cosecha de hojas se ha adelantado tradicionalmente para autoabastecer la construcción de techos de las viviendas, la dinámica comercial de esta actividad se ha fortalecido en los últimos 20 años y con ello las frecuencias de corte se han intensificado en algunas fincas. Otra labor frecuentemente indicada fue el control físico o químico de arvenses y la aplicación trimestral de productos de síntesis química para el control de termitas y garrapatas (Acari: Ixodidae), estas últimas consideradas un problema por las molestias que ocasionan a los trabajadores durante las labores de deshierba o la cosecha de hojas.

Tabla 3. Densidad y área ocupada por la vegetación asociada a los sistemas agroforestales tradicionales del municipio de Piojó, Atlántico.

Sistema	No. Tallos/ha		Área Basal (m ² /ha)		Cobertura (m ² /ha)	
	Total	Palma amarga	Total	Palma amarga	Total	Palma amarga
Barbecho	425 ± 49,5	335 ± 21,2	8,8 ± 1,29	7,05 ± 0,7	3719,73 ± 519,5	1185,9 ± 90,7
Silvoagrícola	495 ± 134,4	250 ± 99,0	7,4 ± 0,09	4,56 ± 1,3	3841,17 ± 381,3	1325,6 ± 1152,5
Silvopastoril	597 ± 333,2	553 ± 336,5	12,9 ± 11,01	12,36 ± 7,8	5280 ± 6336,5 *	1669 ± 863,9

* Desviación producida por la presencia de *Pseudobombax septenatum*, con diámetro > 1,0 m y cobertura >18 m.

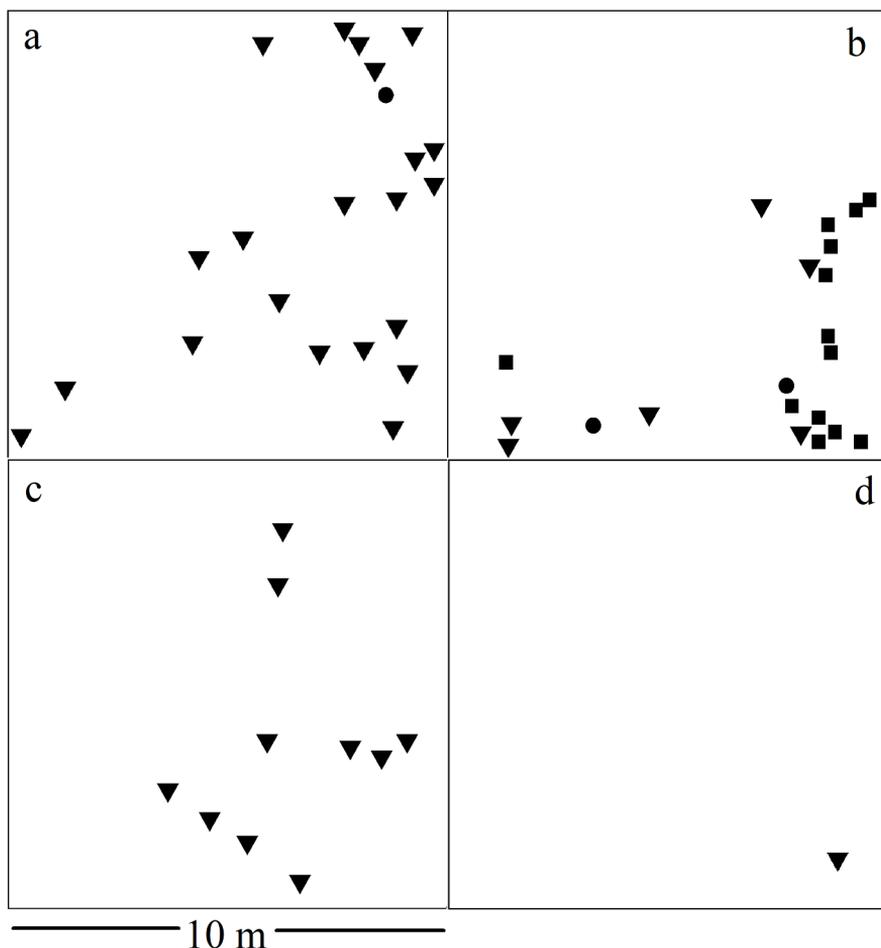


Figura 4. Ejemplos de la distribución espacial de la vegetación de palmas, otras perennes leñosas y plantas de cultivo en los sistemas agroforestales tradicionales con palma amarga en Piojón, Atlántico. **a.** Barbecho; **b.** Silvoagrícola; **c, d.** Silvopastoril. ▼ = palma amarga, ■ = Plátano, ● = Árbol.

DISCUSIÓN

Características de los sistemas y potencial agroforestal de la palma amarga

El amplio espectro de áreas basales en cada uno de los sistemas junto a la composición vegetal de los mismos revela su carácter antrópico en el que no se puede hablar de una sucesión vegetal completa y donde la prevalencia de ciertas especies o ciertos tamaños de árboles depende

de las preferencias y necesidades de los productores (Tschardtke *et al.* 2005). Así mismo, el intervalo de alturas observado en la vegetación de los sistemas agroforestales tradicionales evidencia que, pese a que las palmas pueden ser más o menos homogéneas en cuanto a su longitud, habría una gran variedad de estratos que se conforman al considerar el conjunto de la vegetación.

Las densidades de la palma amarga registradas en la zona de estudio fueron altas si se comparan con aquellas registradas para

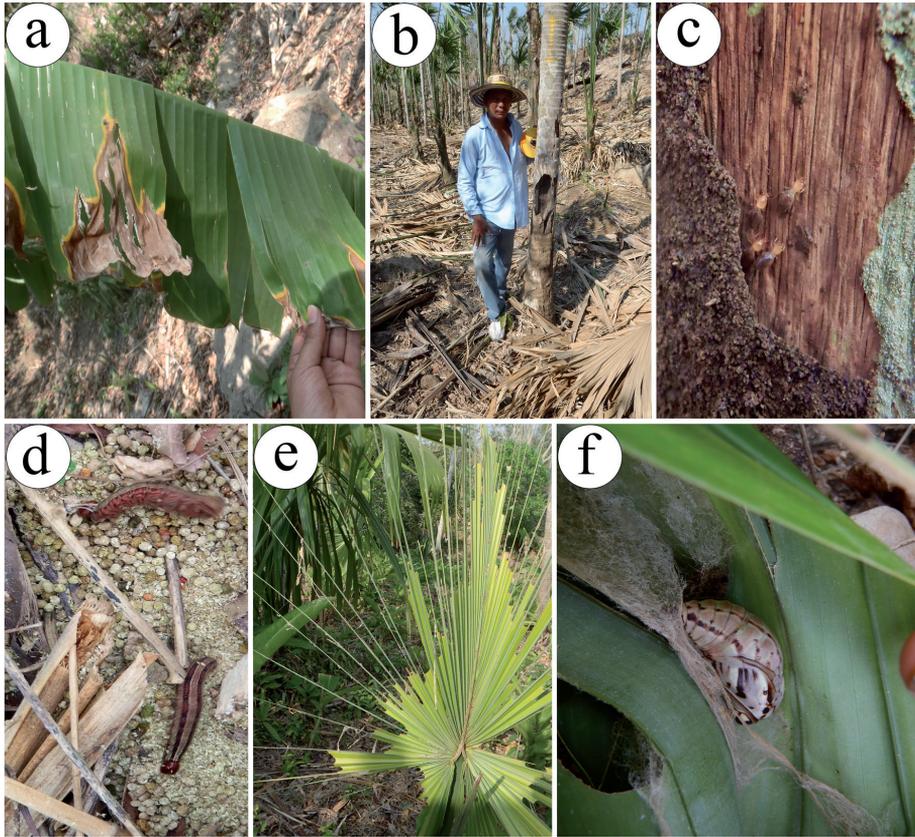


Figura 5. Problemas fitosanitarios en los sistemas agroforestales tradicionales con palma amarga en Pioj6, Atl6ntico. **a.** aspecto de las plantas de pl6tano afectadas por presuntivo moko (*Ralstonia solanacearum*); **b, c.** colonias de comej6n sobre tallos de palma amarga; **d, e, f.** larva, pupas y da1os producidos por presunto *Brassolis sophorae*.

algunas palmas dom6sticas como la palma de coco (*Cocos nucifera* L.), donde las densidades m6s frecuentemente reportadas est6n alrededor de los 200 individuos/ha, con un intervalo que oscila entre 80 y 560 ind/ha (Reynolds 1995). As6 mismo, para el chontaduro (*Bactris gasipaes*) se registran densidades de 290 palmas/ha en sistemas agroforestales y hasta 400 palmas/ha en monocultivos (Clement 1989, Graefe *et al.* 2013). Un caso particular se presenta con la palma sar6 (*Copernicia tectorum*) en la regi6n Caribe colombiana, en 6reas inundables de Plato (Magdalena) y Magangu6 (Bol6var) donde Torres *et al.* (2015) registraron palmares que ocuparon desde 0,5 hasta 100 ha, con densidades

que alcanzaron 900 individuos/ha. En estos espacios de vocaci6n agropecuaria, al igual que ocurre en Pioj6 con la palma amarga, los palmares de *C. tectorum* son silvestres e interaccionan con la actividad ganadera, tradicional de la regi6n. No obstante, se presenta tambi6n el caso de palmares cultivados intencionalmente para la producci6n de cogollos destinados a la elaboraci6n de artesan6as como sombreros y la producci6n de hojas para techado (Torres *et al.* 2015).

En Pioj6 la alta densidad de 6rboles y de palmas refleja el inter6s de los agricultores por contar con estos recursos en sus fincas; no obstante, la escasa planificaci6n sobre

las densidades de la vegetación que el suelo puede soportar sumada al proceso extractivo periódico de las hojas de la palma amarga podrían incrementar los procesos de deterioro edáfico. Dado que la vegetación en los sistemas estudiados no se distribuyó de forma aleatoria, es posible que en muchos casos haya sobreexplotación o subutilización del espacio potencial para crecer. En ciertas áreas al interior de las parcelas, tanto las palmas como las otras plantas estuvieron muy agregadas, mientras que en otros espacios hubo una muy baja densidad (Fig. 4). Esta situación seguramente puede reducir el rendimiento tanto en la producción de hojas de palmas como de los cultivos y pasturas (Pandey 2007). En este sentido, para preservar las condiciones del suelo es oportuno pensar en estrategias que conduzcan a una mayor eficiencia en el uso del espacio al interior de las fincas, promover la incorporación de nutrientes a través de abonos orgánicos o de coberturas vegetales y fortalecer el manejo de los palmares, entendido como el conjunto de acciones antrópicas que se da a los componentes de estos sistemas para asegurar la provisión del recurso (Casas *et al.* 2007).

Oportunidades de conservación en los sistemas agroforestales con palma amarga

Los sistemas agroforestales en Piojó se componen, en su mayoría, de especies leñosas útiles que se mantienen o fomentan por el interés sobre los recursos que ofrecen, es el caso de los árboles frutales y el resto de la vegetación que puede proveer de leña o madera para la construcción. Esta diversidad es lo que Bohn *et al.* (2014) denominan como “diversidad en uso” pues la mayor parte de las especies leñosas además de representar un límite a la expansión de los potreros, son especies para las que se ha reportado al menos un uso en el área de Piojó y en general en la región Caribe (Estupiñán-González *et al.* 2011, Rodríguez *et al.* 2012). Esta situación las

perfila como especies que pueden ser usadas en la recuperación de áreas deforestadas porque cuentan con el consentimiento de las comunidades campesinas quienes las conservan voluntariamente en sus terrenos.

En términos de conservación, la diversidad de algunos sistemas como los silvoagrícolas o los barbechos representa una oportunidad para la vegetación del bosque seco si se compara con otros sistemas de producción como los monocultivos o pastos no arbolados en los que las especies nativas no tienen oportunidad de ser integradas. Una situación semejante a la observada en Piojó fue registrada por Gómez *et al.* (2015) quienes al evaluar la riqueza y diversidad de diferentes sistemas agroforestales en la Amazonia oriental brasilera encontraron que en los sistemas productivos de subsistencia hubo mayor diversidad de especies vegetales que en sistemas comerciales. En su estudio, sin embargo, la riqueza de muchos de los sitios que ellos evaluaron es menor que la obtenida en Piojó. Por su parte, las características estructurales de la vegetación en los sistemas estudiados, los cuales incluyen amplios intervalos de alturas y áreas basales, junto a las condiciones de riqueza de especies y diversidad, contribuyen con la diversificación de la oferta de recursos e incluso, con una planificación adecuada, podrían imitar de forma parcial las condiciones de los bosques naturales (Cajas-Girón y Sinclair 2001, Bohn *et al.* 2014).

Estrategias para optimizar los arreglos agroforestales tradicionales con palma amarga

Los criterios de selección de especies con potencial para ser integradas en sistemas agroforestales incluyen la presencia de estas especies establecidas de forma natural, su posterior manejo por parte de los agricultores en diferentes sistemas de producción agrícola y la propagación voluntaria de las mismas (Styger *et al.* 1999). Esta

situación ha ocurrido de forma espontánea y tradicional en los predios del municipio de Piojó, en los que además de la palma amarga se observaron diferentes especies de árboles frutales y maderables. Por lo anterior, es de especial importancia considerar tanto el conjunto de labores culturales aplicadas en Piojó como la distribución de los árboles y palmas en campo para la promoción y el diseño de nuevos arreglos agroforestales.

Es importante resaltar que especies arbóreas como *Albizia saman* (Jacq.) Merr., *Cassia grandis* L.f., *Guazuma ulmifolia* Lam. y *Crescentia cujete* L. registradas en estos sistemas junto con *S. mauritiformis* fueron señaladas por [Cajas-Girón y Sinclair \(2001\)](#) como especies clave para ser incorporadas en las fincas productoras de bovinos para carne y leche en la llanura Caribe. Tanto el forraje como los frutos de estos árboles son altamente apreciados para la alimentación animal, especialmente durante el verano cuando la ausencia de pastos puede afectar sustancialmente la producción de ganado vacuno. Adicionalmente, las especies *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., cuya presencia también fue registrada en este estudio y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, son adecuadas como especies para forraje ([Elfadl y Luukkanen 2003](#)). Éstas además tienen un gran reconocimiento por su actividad como fijadoras biológicas de nitrógeno y para recuperación de suelos degradados ([Kadiata et al. 1997](#), [Elfadl y Luukkanen 2003](#)). Estas especies forrajeras pueden ser instauradas bajo el diseño de árboles dispersos en pasturas, pero además pueden ser incorporadas como bancos de proteína, con lo cual permitirían una intensificación de la producción de forrajes para asegurar la alimentación del ganado durante todo el año y reducirían la dependencia que en la actualidad hay de los pastos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con su estructura, los sistemas agroforestales tradicionales con

palma amarga en el municipio de Piojó corresponden a sistemas silvoagrícolas, barbechos y sistemas silvopastoriles. Estos sistemas tienen asociada una gran diversidad de especies leñosas en su mayoría útiles, representada en árboles frutales y maderables de diferentes tamaños, que les otorgan una gran complejidad estructural y que, a la vez, representan una oportunidad de conservación para muchas especies vegetales del bosque seco. Si se contemplan algunas acciones como la optimización del espacio tanto para los árboles como para las palmas y el fortalecimiento de la investigación sobre el manejo adecuado de los organismos potencialmente dañinos, como las termitas o los agentes causales de enfermedades en los cultivos, el mantenimiento y la planificación de arreglos agroforestales similares a los estudiados en Piojó es una opción productiva y sostenible para la región Caribe colombiana.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

VA concepción y diseño, toma y análisis de datos, escritura del documento; NG asesoría y escritura del documento; LR asesoría y escritura del documento; HL asesoría y escritura del documento; GG concepción y diseño, toma y análisis de datos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación hizo parte del proyecto “*Formulación de planes de manejo y uso sostenible de palmas promisorias de la región Caribe que aporte a una estrategia de uso de recursos naturales del bosque seco tropical*”, apoyado por el Programa Paisajes de Conservación del Fondo Patrimonio Natural. Agradecemos a los habitantes del

municipio de Piojó por su gran hospitalidad durante el desarrollo del proyecto, por todas sus enseñanzas sobre la palma amarga y sobre el bosque seco. A los integrantes del grupo de Investigación en Palma Silvestres Neotropicales por los aportes y valiosas opiniones durante la construcción del manuscrito. Agradecemos al Editor y los revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias, los cuales contribuyeron a mejorar de manera sustancial el manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Andrade-Erao V, Brieva E, Estupiñán-González A, Nuñez L, Gomez H, Bernal R, Galeano G. 2015. Use, trade and perspectives of *Sabal mauritiformis* in the Colombian Caribbean. En: Bernal R, Balslev H, Olivares I, Pintaud J, editores. *Memories World Palm Symposium 2015*. Montenegro-Quindío, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. p. 78.
- Andrade-Erao V, Galeano G. 2016. La palma amarga (*Sabal mauritiformis*, Arecaceae) en sistemas productivos del Caribe colombiano: estudio de caso en Piojó, Atlántico. *Acta biol. Colomb.* 21(1):141–150. doi: 10.15446/abc.v21n1.47280.
- Atangana A, Khasa D, Chang S, Degrande A. 2014. *Tropical agroforestry*. Dordrecht, Netherlands: Springer Netherlands. doi: 10.1007/978-94-007-7723-1.
- Bernal R, Torres C, García N, Isaza C, Navarro J, Vallejo M, Galeano G, Balslev H. 2011. Palm management in South America. *Bot. Rev.* 77(4):607–646. doi: 10.1007/s12229-011-9088-6.
- Bohn JL, Diemont SA, Gibbs JP, Stehman SV, Vega JM. 2014. Implications of Mayan agroforestry for biodiversity conservation in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico. *Agrofor. Syst.* 88(2):269–285. doi: 10.1007/s10457-014-9674-9.
- Brokamp G, Borgtoft H, Montufar R, Jácome J, Weigend M, Balslev H. 2014. Productivity and management of *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae) in Ecuador. *Ann. Appl. Biol.* 164(2):257–269. doi: 10.1111/aab.12098.
- Caballero J, Martínez A, Gama V. 2001. El uso y manejo tradicional de la palma de guano en el área Maya de Yucatán. *CONABIO. Biodiversitas.* 39:1–6.
- Cajas-Girón YS, Sinclair FL. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agrofor. Syst.* 53(2):215–225. doi: 10.1023/A:1013384706085.
- Casas A, Otero-Araiz A, Perez-Negron E, Valiente-Banuet A. 2007. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Ann. Bot.* 100(5):1101–1115. doi: 10.1093/aob/mcm126.
- Clement C. 1989. The potential use of the pejobaye palm in agroforestry systems. *Agrofor. Syst.* 7(3):201–212. doi: 10.1007/BF00046969.
- Elfadl M, Luukkanen O. 2003. Effect of pruning on *Prosopis juliflora*: considerations for tropical dryland agroforestry. *J. Arid Environ.* 53(4):441–455. doi: 10.1006/jare.2002.1069.
- Estupiñán-González AC. 2012. Conocimiento tradicional y uso efectivo de las palmas nativas en una comunidad campesina del Caribe colombiano. [Tesis]. [Bogotá]: Universidad Nacional de Colombia.
- Estupiñán-González AC, Jiménez-Escobar ND, Cruz MP, Sánchez N, Galeano G, Linares E. 2011. Plantas útiles del complejo cenagoso de Zapatoza. Colombia diversidad biótica. Publicación especial, (2). Guía de campo. Bogotá: Grupo de Biodiversidad y Conservación, Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia- CORPOCESAR.
- Galeano G. 2013. Usos de las palmas nativas en Colombia. En: Bernal R, Galeano G, editores. *Cosechar sin destruir: aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p. 12–23.
- Galeano G, Bernal R. 2010. *Palmas de Colombia: guía de campo*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Gómez E, Mavisoy H, Rocha H, Corrêa M, Leite M, Rousseau G, Gehring C. 2015. Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. *Agrofor. Syst.* 89(5):901–916. doi: 10.1007/s10457-015-9823-9.
- Graefe S, Dufour D, van Zonneveld M, Rodriguez F, Gonzalez A. 2013. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. *Biodivers. Conserv.* 22(2):269–300. doi: 10.1007/s10531-012-0402-3.

- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4(1):1–9.
- Henderson A, Galeano G, Bernal R. 1995. *Field guide to the Palms of the Americas*. New Jersey: Princeton University Press.
- Hodel DR. 1992. *Chamaedorea* palms: The species and their cultivation. International Palm Society. Lawrence, Kansas: Allen press.
- Howard FW, Moore D, Giblin-Davis RM, Abad RG. 2001. *Insects on Palms*. New York: CABI Publishing.
- [IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, [IGAC] Instituto Geográfico Agustín Codazzi, [IAVH] Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, [INVEMAR] Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis, [SINCHI] Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, [IIAP] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon Von Neumann. 2007. *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon Von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- [IGAC] Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1977. *Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Kadiata BD, Mulongoy K, Isirimah NO. 1997. Influence of pruning frequency of *Albizia lebbek*, *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* on nodulation and potential nitrogen fixation. *Biol. Fertil. Soils.* 24(3):255–260. doi: 10.1007/s003740050240.
- Krebs CJ. 1999. *Ecological methodology*. Menlo Park, California: Benjamin-Cummings.
- Kronborg M, Grandez CA, Ferreira E, Balslev H. 2008. *Aphandra natalia* (Arecaceae) - a little known source of piassaba fibers from the western Amazon. *Rev. Peru Biol.* 15(Supl 1):103–113.
- Krishnamurthy L, Avila M. 1999. *Agroforestería básica*. México: PNUMA.
- Nair PKR. 1993. *An introduction to agroforestry*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Pandey DN. 2007. Multifunctional agroforestry systems in India. *Curr. Sci.* 92(4):455–463.
- Pintaud J, Anthelme F. 2008. *Ceroxylon echinulatum* in an agroforestry system of Northern Peru. *Palms.* 52(2):96–102.
- Pulido MT, Coronel-Ortega M. 2015. Ethnobotany of the palm *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. in central Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 11(1):1–16. doi: 10.1186/1746-4269-11-1.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Revisada en: 10 May 2016]. <https://www.R-project.org/>
- Raintree JB. 1986. *An introduction to agroforestry diagnosis and design. D&D user's manual*. Nairobi: International Council for Research in Agroforestry (ICRAF).
- Reynolds SG. 1995. *Pasture-cattle-coconut systems*. Bangkok: FAO-RAPA publications.
- Rodríguez G, Banda-R K, Reyes S, Estupiñán-González A. 2012. Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota Colomb. Especial Bosque Seco en Colombia.* 13(2):7–39. doi: 10.21068/bc.v13i2.261.
- Sinclair FL. 1999. A general classification of agroforestry practice. *Agrofor. Syst.* 46(2):161–180. doi: 10.1023/A:1006278928088.
- Somarriba E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agrofor. Syst.* 19(3):233–240. doi: 10.1007/BF00118781.
- Styger E, Rakotoarimanana J, Rabevohitra R, Fernandes M. 1999. Indigenous fruit trees of Madagascar: potential components of agroforestry systems to improve human nutrition and restore biological diversity. *Agrofor. Syst.* 46(3):289–310. doi: 10.1023/A:1006295530509.
- Torres C, Galeano G, Bernal R. 2015. The stands of *Copernicia tectorum* (Arecaceae) in the Caribbean lowlands of Colombia: a managed pioneer palm facing river dynamics. *Rev. Biol. Trop.* 63(2):525–536. doi: 10.15517/rbt.v63i2.14863.
- Tscharntke T, Klein AM, Kruess A, Steffan-Dewenter I, Thies C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecol. Lett.* 8(8):857–874. doi: 10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x.

- Vallejo-Joyas MI, Londoño-Vega AC, López-Camacho R, Galeano G, Álvarez-Dávila E, Devia-Álvarez W. 2005. Métodos para estudios ecológicos a largo plazo. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo. No. 1. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Zona S. 1990. A monograph of *Sabal* (Arecaceae: Coryphoideae). *Aliso*. 12(4):583–666. doi: 10.5642/aliso.19901204.02.