

Rasgos morfológicos de árboles de *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms en el municipio El Espinal, Tolima, Colombia

Morphological Traits of *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms Trees in the Municipality El Espinal, Tolima, Colombia



Sandra Liliana Castañeda-Garzón ^{1*}



Diana Catalina Cervera Bonilla ²



Jhon Jairo Zuluaga Peláez ²



Jorge Humberto Argüelles Cárdenas ¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], Centro de Investigación La Libertad, Villavicencio, Colombia.

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], Centro de Investigación Nataima, El Espinal, Colombia.

*Autor de correspondencia: Sandra Liliana Castañeda-Garzón. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], Centro de Investigación La Libertad, Villavicencio, Colombia. slcastaneda@agrosavia.co

Recibido: 22 de noviembre del 2023
Aprobado: 25 de octubre de 2024
Publicado: 19 de noviembre de 2024

Editor temático: Ivania Cerón, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]), Mosquera, Colombia.

Para citar este artículo: Castañeda-Garzón, S. L., Cervera Bonilla, D. C., Zuluaga Peláez, J. J., & Argüelles Cárdenas, J. H. (2024). Rasgos morfológicos de árboles de *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms en el municipio El Espinal, Tolima, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(3), e3622. https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num3_art:3622

Resumen: la especie nativa *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms, conocida localmente como iguá, es importante por su uso en sistemas agroforestales y silvopastoriles; no obstante, se desconocen los rasgos de mayor aporte en la caracterización del recurso genético. Por lo anterior, en la plantación del Centro de Investigación Nataima de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), se evaluó la variabilidad fenotípica de 97 árboles de *P. guachapele*, por medio de 34 descriptores morfológicos cuantitativos y cualitativos de la planta (copa, fuste y hoja). Se empleó un análisis de componentes principales y correspondencias múltiples, para las variables cuantitativas y cualitativas, respectivamente, con el fin de reducir la dimensionalidad del conjunto de datos, complementados con un análisis de conglomerados, utilizando el algoritmo de WARD, el cual permitió clasificar a los individuos de *P. guachapele* en cinco grupos. Las variables que aportaron más información para la discriminación de los individuos fueron: rectitud del fuste, altura de la ramificación y bifurcación, forma y densidad de la copa, tipo de corteza, altura total y de copa, volumen del tronco, diámetro a la altura del pecho y diámetro de la copa. En la plantación de *P. guachapele* se identificaron individuos con potencial de uso maderable, conservación de suelos y uso en sistemas silvopastoriles (árboles dispersos en potreros o cercas vivas). Para la selección de árboles de *P. guachapele* para sombrío, son de utilidad las variables asociadas al porte del árbol, el diámetro y la forma de la copa.

Palabras clave: agroforestería, Fabaceae, madera, morfología, recursos genéticos forestales.

Abstract: The *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms known locally as iguá, is an important native species for its use in livestock and agroforest systems. However, the traits of greatest contribution in the characterization of the genetic resources are unknown. Therefore, the phenotypic variability of 97 trees (6.5 year old) of *P. guachapele* was evaluated by means of 34 morphological descriptors (crown, stem and leaf) at Nataima's plantation of the Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -AGROSAVIA (El Espinal-Tolima). A principal component analysis and multiple correspondences was performed for the quantitative and qualitative variables respectively to reduce the dimensionality of the data set, complemented with a cluster analysis using the WARD algorithm, which allowed classifying the individuals of *P. guachapele* into five groups. The most informative variables to individual discrimination were stem straightness, branching and forking height, crown shape and density, bark type, total and crown height, wood volume, diameter at breast height and crown diameter. In the plantation of *P. guachapele* individuals with potential for timber use, soil conservation and livestock systems (trees in pastures or live fences) were identified. In *P. guachapele* for the selection of trees for shade, the variables associated with the size of the tree, the diameter and the shape of the crown are useful.

Keywords: Agroforestry, Fabaceae, forest genetic resources, morphology, wood.



Introducción

Pseudosamanea guachapele (Kunth) Harms (iguá), de la familia Fabaceae, es una especie nativa de importancia cultural por su relación con los sistemas agroforestales (SAF) y sistemas silvopastoriles (SSP), tales como el valle interandino del río Magdalena y la zona seca del Tolima, donde ha sido muy importante debido a sus características paisajísticas, producción de forraje, sombrío y provisión de madera fina (Sierra Ramírez et al., 2017). En Colombia, esta especie se distribuye en los Andes, la llanura del Caribe, la Orinoquia, el Valle del Cauca y el valle del río Magdalena (Universidad Nacional de Colombia, 2016). Así, habita en el bosque seco tropical (bs-T) (López-Camacho & Rojas, 2019) y se ha reportado en los municipios de Codazzi-Cesar (Arias Rojas et al., 2021), Ambalema y Honda (Tolima) (Serrano et al., 2014; Suárez Ramírez & Vargas Ríos, 2019), así como en los SAF del Huila (Saavedra-Mora et al., 2019; Ordoñez & Rangel-Ch, 2020).

La especie *P. guachapele* es utilizada en sistemas silvopastoriles por sus atributos para soportar épocas secas, proporcionar sombrío, tener una fácil regeneración y aportar a la rehabilitación ecológica mediante el enriquecimiento de suelos degradados o a la restauración de bosques (Calle & Murgueitio, 2020). Esta es una especie pionera de rápido crecimiento y su madera es utilizada en construcciones rurales, ebanistería y fabricación de carbón (López-Camacho et al., 2016).

En *P. guachapele* se reportan avances en rasgos funcionales y nutricionales (Pérez Almario et al., 2013; Perdomo Vargas et al., 2019), generación de modelos alométricos para estimación de biomasa aérea (Patiño Forero et al., 2018), almacenamiento de carbono (Ordoñez, 2019), crecimiento en altura y diámetro del tallo (Coronado & Prato, 2019), descripción dendrológica (García-Ávila et al., 2021), variación morfológica de semillas (Romero-Saritama & Bedoya, 2022), regeneración natural (Rocha de Lima et al., 2021), percepción local (Pérez Almario et al., 2021) e importancia cultural como fuente de madera y leña (Rosero-Toro et al., 2018); no obstante, la variabilidad fenotípica de los árboles aún no ha sido evaluada.

En especies perennes, se ha evaluado la variabilidad morfológica de frutos y semillas en *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose (Villena Velásquez et al., 2019) y *Cariniana pyriformis* Miers (Prato et al., 2019), morfometría de copa en *Neltuma alba* (Griseb.) C. E. Hughes & G. P. Lewis (Cisneros et al., 2019), morfología foliar en especies del género *Iryanthera* (Zárate-Gómez et al., 2020) y variabilidad morfológica en especies forestales nativas (Bacca Acosta et al., 2022). Así como la morfología de órganos vegetativos y reproductivos en *Cinchona officinalis* L. (Eras et al., 2021), la variabilidad fenotípica en *Simarouba amara* Aubl., *Cassia moschata* Benth., *Mimosa trianae* Benth., *Cavanillesia platanifolia* (Castañeda-Garzón, Argüelles et al., 2021; Castañeda-Garzón, Moreno et al., 2021; Castañeda-Garzón et al., 2023), *Cedrela odorata* L. (Olvera Moreno et al., 2022) y *Alnus acuminata* Kunth (Obando-Enriquez et al., 2023).

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) cuenta con una plantación de *P. guachapele*, caracterizada según crecimiento, sin embargo, se desconoce la variabilidad fenotípica de los árboles. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue incluir la evaluación de los rasgos morfológicos al emplear descriptores de la planta e identificar usos potenciales de los individuos allí existentes.

Materiales y métodos

La plantación de *P. guachapele* del Centro de Investigación Nataima de Agrosavia se ubica en el valle cálido del alto Magdalena, en el municipio de El Espinal, Tolima, y que de acuerdo con el sistema de clasificación de Holdridge, la zona de vida corresponde a bs-T. Esta plantación se encuentra en las coordenadas 4° 11' 45" N y 74° 58' 00" W, a 376 m s.n.m.; en terreno plano, zona de planicie y pendiente inferior al 3 %. Además, la conforman 97 árboles de *P. guachapele*, propagados por semilla comercial, sin distinción de procedencia y progenie, sembrados a una distancia de 4 × 3 m, donde las condiciones climáticas se caracterizan por una temperatura media de 28,2 °C, una precipitación media de 1275 mm y una humedad relativa media del 69,40 %.

Para la caracterización morfológica, se evaluaron 34 descriptores (21 de árbol y 13 de hoja), en árboles de 6,5 años (tabla 1). Los materiales empleados para la medición en campo fueron: tabla de tejidos (Munsell), cinta métrica, hipsómetro laser Vertex, flexómetro y pie de rey digital. Los descriptores foliares en hojas maduras, completas y en buen estado fitosanitario se evaluaron en 53 árboles y se recolectaron dos hojas compuestas bipinnadas alternas por individuo, muestreando cinco foliolos (por hoja) ubicados a los dos costados en la parte media. Además, se estimó el diámetro de copa (D_copa) y el volumen del árbol en pie (Vol_tronco) (Castañeda-Garzón, Moreno et al., 2021).

Tabla 1. Descriptores de planta para la evaluación fenotípica de *P. guachapele*

Descriptor	Sigla	Referencias
Altura del árbol (m)	HT	7-8
Altura de copa (m)	HC	7
Longitud de la copa (sentido NS) – m	LCNS	7-8
Longitud de la copa (sentido EW) - m	LCEW	7-8
Diámetro a la altura del pecho (cm) o diámetro normal (1,3 m)	DAP	8
Volumen de tronco (m³) o de fuste	VOL_TRONCO	5
Diámetro de copa (m)	D_COPA	8*
Forma del árbol	FARB	8
Hábito de crecimiento del árbol	HABARB	8
Forma del fuste	FFU	6
Rectitud del fuste	RFU	1*
Ramificación del árbol	RAM	3
Altura de ramificación	HRAM	1*
Altura de bifurcación	HB	1*
Dominancia en el eje principal	DEP	1*
Ángulo de inserción de las ramas	AIR	1, 9
Forma de la copa (perfil vertical)	FCV	7*
Forma de la copa (perfil horizontal)	FCH	4*
Densidad de la copa	DNC	10
Tipo de corteza	CORT	3*
Color del tronco	CT	9*
Número de foliolos por hoja	NFH	3*

Descriptor	Sigla	Referencias
Forma de la hoja	FH	7-8*
Borde de la hoja	BORH	7-8*
Ápice de la hoja	APH	7-8*
Base de la hoja	BH	7-8*
Longitud del peciolo (mm)	LPEC	8*
Longitud del peciolo principal (mm)	LPECppal	2*
Longitud del raquis (mm)	LR	2*
Grosor del peciolo (mm)	GPEC	2
Longitud de la hoja (mm)	LH	2
Anchura de la hoja (mm)	ANH	2
Color de las hojas maduras en el haz	CHMHAZ	8*
Color de las hojas maduras en el envés	CHMENV	8*

*Adaptado de: 1. Acosta-Hernández et al. (2011); 2. Bioversity International & Cherla (2008); 3. Urbina Vallejo (2001); 4. Quiceno Urbina et al. (2016); 5. Gutiérrez Rodríguez et al. (2013); 6. International Plant Genetic Resources Institute (1996); 7. International Plant Genetic Resources Institute (2000); 8. Kehlenbeck et al. (2015); 9. Ortiz Muñoz et al. (2017); 10. Saavedra-Romero et al. (2016).

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un estudio de frecuencias para las variables cualitativas y para reducir la dimensionalidad del conjunto de datos se llevó a cabo un análisis de correspondencia múltiple (ACM), mediante el procedimiento CORRESP (SAS Enterprise Guide V. 8.3). Por otra parte, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para variables cuantitativas, utilizando el procedimiento PRINCOMP. Posteriormente y con base en las dimensiones seleccionadas en los dos procedimientos estadísticos anteriores, se realizó un análisis de conglomerados (AC), con el propósito de clasificar individuos en grupos homogéneos, mediante el uso del procedimiento CLUSTER (algoritmo de Ward). Finalmente, para cada uno de los grupos conformados se generaron estadísticas básicas que permitieron caracterizarlos (Castañeda-Garzón, Argüelles et al., 2021).

Resultados y discusión

En la plantación de *P. guachapele* del Centro de Investigación Nataima, se observaron diferencias morfológicas en los descriptores RFU, HRAM, HB, FCV, FCH, DNC, TCORT, CT, CHMHAZ y CHMENV (tabla 2), donde los árboles de 6,5 años presentaron valores medios de HT (13,64 m), HC (7,53 m), DAP (21,28 cm) y D_Copa (7,66 m) (tabla 3).

Tabla 2. Categorías predominantes en descriptores cualitativos evaluados en la plantación de *P. guachapele*

Descriptor	Categoría predominante
FARB	Extendido (100 %)
HABARB	Extendido (100 %)
FFU	Cilíndrico (100 %)
RFU	Algunas curvaturas en más de un plano (40,21 %)
RAM	Acodillada (100 %)
HRAM	En el tercio medio (44,33 %)
HB	No bifurcado (53,61 %)
DEP	Parcial del eje inicial sobre las ramas laterales (100 %)
AIR	$\geq 31^\circ$ y 60° (100 %)
FCV	Irregular (79,38 %)
FCH	Circular irregular (61,86 %)
DNC	Intermedia (60,82 %)
TCORT	Surcada vertical (55,67 %)
CT	2.5Y5/2; 2.5Y6/2 (88,66 %)
FH	Oblonga, asimétrica (100 %)
BORH	Entero (100 %)
APH	Redondeado (100 %)
BH	Atenuada (100 %)
CHMHAZ	7.5GY3/4 (47,17 %)
CHMNENV	7.5GY5/4 (89,62 %)

El porcentaje corresponde a los resultados del análisis de frecuencias.

AIR: ángulo de inserción de las ramas, APH: ápice de la hoja, BH: base de la hoja, BORH: borde de la hoja, CHMHAZ: color de las hojas maduras en el haz, CHMNENV: color de las hojas maduras en el envés, CT: color del tronco, DEP: dominancia en el eje principal, DNC: densidad de la copa, FARB: forma del árbol, FCV: forma de la copa en el perfil vertical, FCH: forma de la copa en el perfil horizontal, FFU: forma del fuste, FH: forma de la hoja, HABARB: hábito de crecimiento del árbol, HB: altura de bifurcación, HRAM: altura de ramificación, RAM: ramificación del árbol, RFU: rectitud del fuste y TCORT: tipo de corteza.

Fuente: Elaboración propia

Producto del ACM en descriptores cualitativos, se seleccionaron para *P. guachapele* las primeras cinco dimensiones, que acumularon el 96,61 % de la variabilidad contenida en las variables cualitativas originales (tabla 4). El ACP basado en la matriz de correlaciones permitió seleccionar los primeros cinco componentes principales (CP), que acumularon el 99,45 % de la variabilidad contenida en las variables cuantitativas originales (tabla 5). A partir de las dimensiones o componentes seleccionados en el ACM y en el ACP, se generó un conjunto de datos integrando estos dos tipos de variables sintéticas, para realizar el AC que permitió clasificar a los individuos en cinco grupos (figura 1 y tabla 6).

Tabla 3. Valor medio e intervalo de confianza (95 %) para las variables cuantitativas evaluadas en *P. guachapele*

Descriptor	Media	LIC	LSC
HT (m)	13,64	13,14	14,15
HC (m)	7,53	7,14	7,92
LCNS (m)	7,70	7,30	8,11
LCEW (m)	7,62	7,18	8,06
DAP (cm)	21,28	20,08	22,47
Vol_Tronco (m ³)	0,23	0,20	0,26
D_Copa (m)	7,66	7,28	8,05
NFH	11,00	10,00	11,00
LPEC (mm)	9,89	9,28	10,51
LPECppal (mm)	55,85	52,82	58,89
LR (mm)	181,83	169,51	194,15
GPEC (mm)	1,88	1,81	1,94
LH (cm)	10,87	10,38	11,37
ANH (cm)	5,21	5,00	5,42

ANH: ancho de la hoja, D_Copa: diámetro de la copa, DAP: diámetro a la altura del pecho, GPEC: grosor del peciolo, HC: altura de la copa, HT: altura total, LCEW: longitud de la copa en sentido este-oeste, LCNS: longitud de la copa en sentido norte-sur, LH: longitud de la hoja, LIC: límite inferior del intervalo de confianza, LPEC: longitud del peciolo, LPECppal: longitud del peciolo principal, LR: longitud del raquis, LSC: límite superior del intervalo de confianza, NFH: número de foliolos por hoja y Vol_Tronco: volumen del tronco.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Valores singulares e inercia de cada una de las dimensiones (factores) para *P. guachapele*

Valor singular	Inercia principal	Chi cuadrado	Porcentaje	Porcentaje acumulado	9	18	27	36	45
0,18	0,03	90,72	43,82	43,82	-----+-----+-----+-----+-----+-----				
0,14	0,02	58,68	28,35	72,17	-----+-----+-----+-----+-----+-----				
0,08	0,01	20,32	9,81	81,98	-----+-----+-----+-----+-----+-----				
0,08	0,01	18,80	9,08	91,06	-----+-----+-----+-----+-----+-----				
0,06	0,00	11,48	5,54	96,61	-----+-----+-----+-----+-----+-----				
0,05	0,00	7,03	3,39	100,00	-----+-----+-----+-----+-----+-----				
Total	0,07	207,02	100						

Grados de libertad = 576

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Valores propios de la matriz de correlación para descriptores de planta y hoja evaluados en *P. guachapele*

	Valor propio	Diferencia	Proporción	Acumulado
1	5,05	4,06	0,72	0,72
2	0,99	0,63	0,14	0,86
3	0,36	0,01	0,02	0,91
4	0,35	0,13	0,05	0,96
5	0,22	0,18	0,03	0,99
6	0,03	0,04	0,01	1,00
7	0,00		0,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

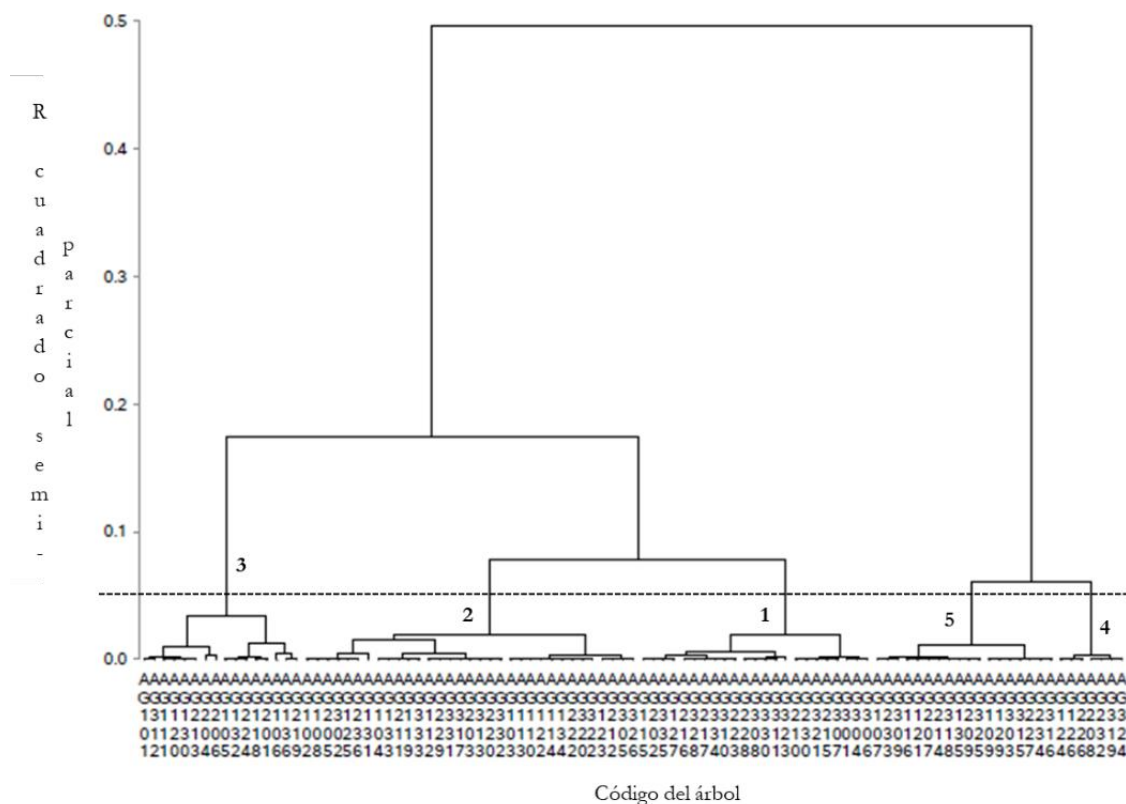
**Figura 1.** Dendrograma correspondiente al ACP (algoritmo Ward) de la plantación (6,5 años) de 97 individuos de *P. guachapele*, a partir de 14 variables cuantitativas y cualitativas del árbol
Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Valor medio e intervalo de confianza por grupo, para las variables cuantitativas evaluadas en *P. guachapele*

Variable	Grupo 1 (n = 23)			Grupo 2 (n = 33)			Grupo 3 (n = 16)			Grupo 4 (n = 7)			Grupo 5 (n = 18)		
	LIC	LSC	Media	LIC	LSC	Media	LIC	LSC	Media	LIC	LSC	Media	LIC	LSC	Media
HT (m)	14,80	15,48	15,14	13,41	14,37	13,89	14,91	16,36	15,64	5,72	8,90	7,31	11,31	12,63	11,97
HC (m)	9,02	9,91	9,47	7,10	8,02	7,56	6,63	8,46	7,54	2,77	3,92	3,34	6,09	7,15	6,62
LCNS (m)	7,67	8,77	8,22	7,25	8,01	7,63	9,30	11,53	10,41	4,45	5,75	5,10	5,32	6,24	5,78
LCEW (m)	7,75	9,17	8,46	6,84	7,57	7,20	10,31	11,51	10,91	3,65	5,21	4,43	5,27	5,99	5,63
DAP (cm)	23,86	25,82	24,84	19,71	21,64	20,67	26,80	30,79	28,80	7,89	12,65	10,27	14,37	16,47	15,42
Vol_Tronco (m³)	0,32	0,37	0,35	0,17	0,21	0,19	0,30	0,45	0,38	0,01	0,04	0,02	0,08	0,11	0,09
D_Copa (m)	7,91	8,77	8,34	7,14	7,69	7,42	10,03	11,30	10,66	4,35	5,18	4,76	5,43	5,99	5,70

DAP: diámetro a la altura del pecho, D_Copa: diámetro de copa, HC: altura de copa, HT: altura total, LCEW: longitud de la copa en sentido este-oeste, LCNS: longitud de la copa en sentido norte-sur y Vol_Tronco: volumen del tronco.

Fuente: Elaboración propia

En *P. guachapele*, las variables cualitativas evaluadas presentaron similitudes a los reportados: árbol de copa extendida (Jiménez & Espino, 2020), amplia y extensa, aparasolada, con grandes ramas que se bifurcan cerca de sus extremos (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca & Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2014), ramas abundantes, largas y delgadas que crecen de manera oblicua y arqueada, que se ramifica generalmente a baja altura, con follaje disperso y verde claro; tronco de forma irregular, en raras ocasiones recto y cilíndrico; corteza externa grisácea con matices claros y con fisuras verticales (Toro Murillo & Gómez Restrepo, 2008; Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2012).

La plantación de 6,5 años de *P. guachapele* presentó árboles con hojas recompuestas con cinco pares de pinnas en promedio (equivalente a NFH de 10) y peciolo largo (LPEC y LR) (tabla 2); valores similares a los reportados: hojas recompuestas (20-30 cm de longitud), peciolo largo, pares de pinnas (2, 3 y 6) opuestas en el raquis (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2012) y entre 3-9 pares de foliolos oblongos por pinna (Toro Murillo & Gómez Restrepo, 2008; Jiménez & Espino, 2020).

En la plantación de *P. guachapele*, el grupo 1 (23 árboles, 23,71%) se destacó por tener individuos con el mayor valor medio estimado de HC (tabla 3), fuste torcido, ramificación en el tercio medio, sin bifurcaciones y densidad de copa intermedia; no obstante, esta especie “normalmente no se considera para reforestación intensiva. El turno estimado para la madera de aserrío es de más de 12 años” (Cárdenas Camacho, 2016).

El grupo 2 (33 árboles, 34,02 %) reunió a los individuos de porte intermedio con respecto a HT, HC, DAP, Vol_Tronco y D_Copa, fuste torcido, ramificación en el tercio medio, bifurcado en el tercio inferior y densidad de copa intermedia, los cuales se podrían utilizar en sistemas silvopastoriles como cercas vivas debido a su porte y diámetro de copa, a una distancia de siembra recomendada de 6 metros (López-Camacho et al., 2016).

El grupo 3 (16 árboles, 16,49 %) se destacó por individuos de HC intermedia y mayores valores medios de HT, DAP, Vol_Tronco y D_Copa con algunas curvaturas, ramificado en el tercio medio e inferior, bifurcado en el tercio inferior y con densidad de copa intermedia. Por su porte y densidad de copa, el potencial de uso es maderable y se puede utilizar en sistemas silvopastoriles con árboles dispersos en potrero, a una distancia mínima de 8 metros (López-Camacho et al., 2016). Bajo este arreglo, se recomienda como sombrío para cacao y café por la sombra moderada (Calle & Murgueitio, 2020) y como sombrío de cultivos agrícolas a distancias entre 15 y 26 metros (Cárdenas Camacho, 2016); sin embargo, se sugiere evaluar el número de ramas principales y el hábito de fuste múltiple, así como la opacidad de la copa, para determinar el porcentaje de sombra que puede aportar.

El grupo 4 (7 árboles, 7,22 %) asoció individuos con menores valores medios de HT, HC, DAP, Vol_Tronco y D_Copa, fustes ligeramente torcidos, ramificación en el tercio superior y medio, sin bifurcaciones y menor densidad de copa. El grupo 5 (18 árboles, 18,56 %) reunió individuos de porte bajo, ramificados en el tercio superior, sin bifurcaciones, forma de la copa irregular y circular irregular (perfil vertical y horizontal) y densidad de copa intermedia. Los grupos 4 y 5 tuvieron potencial de uso en conservación de suelos y, por las características de la especie, podrían emplearse para fijación de nitrógeno (López-Camacho et al., 2016). En el bajo Sinú (Colombia), *P. guachapele* es una especie arbórea clave en la recuperación de suelos y áreas degradadas, y se observa “comúnmente como cercas vivas, delimitación de linderos y árboles dispersos en potreros para sombra y refugio del ganado” (Ruiz Vega & Saab, 2020).

Conclusiones

Los métodos empleados para la caracterización morfológica de la plantación de 6,5 años de *P. guachapele* permitieron identificar 14 descriptores de árbol, que aportaron más información sobre la variabilidad fenotípica y la identificación de árboles con potencial de uso en conservación de suelos, maderable, sistemas silvopastoriles con árboles dispersos y como cercas vivas.

Para implementar el programa de mejora genética de *P. guachapele* es importante seleccionar individuos sobresalientes, identificar parentales, establecer ensayos de progenie y procedencia, así como evaluar la heredabilidad de rasgos de mayor aporte en producción de biomasa, sistemas silvopastoriles y agroforestales, producción de forraje, madera de alta calidad y la interacción genotipo por ambiente.

Agradecimientos

Esta publicación se deriva de los resultados e información obtenidos en el desarrollo del proyecto: “Evaluación de especies arbustivas y arbóreas para uso múltiple en diferentes agroecosistemas de Colombia”; ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, en el ámbito de la “Agenda Dinámica Corporativa” y financiado con recursos públicos, a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. A la Unidad de Operaciones de Campo del Centro de Investigación Nataima, por su apoyo en la recolección de material vegetal y su procesamiento.

Contribución de los autores

Sandra Liliana Castañeda-Garzón: planificación y conceptualización de la investigación, definición de la metodología, curación de datos y elaboración del manuscrito; Diana Catalina Cervera Bonilla: planificación y ejecución de actividades de campo, procesamiento de muestras, curación de datos, investigación y elaboración del manuscrito; Jhon Jairo Zuluaga Peláez: gestión de recursos financieros del proyecto y elaboración del manuscrito; Jorge Humberto Argüelles Cárdenas: análisis formal de datos y elaboración del manuscrito.

Implicaciones éticas

Todos los autores declaran que el trabajo se encuentra en un estado de desarrollo en el que no presenta implicaciones éticas.

Conflicto de interés

Los autores manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

Financiación

Proyecto financiado con recursos públicos a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Referencias

- Acosta-Hernández, C. C., Luna-Rodríguez, M., Noa-Carrazana, J. C., Galindo-González, J., Vázquez-Torres, S. M., Morales-Romero, Z., & Iglesias-Andreu, L. G. (2011). Caracterización morfológica y dasométrica de la especie amenazada *Juglans pyriformis* Liebm. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(1), 59-67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=629173700006>
- Arias Rojas, J. A., Lombo, D. F., Caballero López, A. R., Rivera Rojas, M., & Burbano Erazo, E. (2021). Caracterización y diversidad de árboles dispersos en pasturas de un paisaje de bosque seco tropical en el Caribe Colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 33(93), 1-12. https://www.researchgate.net/publication/352910225_Caracterizacion_y_diversidad_de_arboles_dispersos_en_pasturas_de_un_paisaje_de_bosque_seco_tropical_en_el_Caribe_Colombiano
- Bacca Acosta, P. P., Burbano Martínez, D. L., Córdoba Portilla, S. D., & López Salcedo, D. L. (2022). Rasgos morfológicos de especies nativas potenciales para procesos

- agroecológicos Alto Andinos, Nariño, Colombia. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(2), 101-110. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.387>
- Bioversity International & Chérila. (2008). *Descriptores para chirimoyo (Annona cherimola Mill.)*. Bioversity International. <https://cgspace.cgiar.org/items/2260889c-3acc-4a03-9ff2-8bebeddac0ca>
- Calle Díaz, Z., & Murgueitio Restrepo, E. (2020). *Árboles nativos para predios ganaderos: Especies focales del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. https://elti.yale.edu/sites/default/files/rsource_files/arboles_nativos_para_predios_ganaderos.pdf
- Cárdenas Camacho, L. M. (2016). *Aspectos ecológicos y silviculturales para el manejo de especies forestales nativas. Revisión de información disponible para Colombia*. Fundación Natura. <https://natura.org.co/publicaciones/cartilla-aspectos-ecologicos-silviculturales-manejo-especies-forestales-nativas/>
- Castañeda-Garzón, S. L., Argüelles-Cárdenas, J. H., Zuluaga-Peláez, J. J., & Moreno-Barragán, J. (2021). Evaluación de la variabilidad fenotípica en *Simarouba amara* Aubl., mediante descriptores cualitativos y cuantitativos. *Orinoquia*, 25(1), 67-77. <https://doi.org/10.22579/20112629.656>
- Castañeda-Garzón, S. L., Moreno Barragán, J., Argüelles Cárdenas, J. H., Camargo Tamayo, H., & Zuluaga Peláez, J. J. (2021). Caracterización morfológica y dasométrica de *Mimosa trianae* y *Cassia moschata* de la colección de AGROSAVIA. *Temas Agrarios*, 26(1), 46-57. <https://doi.org/10.21897/rta.v26i1.2553>
- Castañeda-Garzón, S. L., Arenas-Rubio, I., Argüelles-Cárdenas, J. H., Montero-Cantillo, Y. D., Gutiérrez-Berdugo, I. A., & Zuluaga-Peláez, J. J. (2023). Caracterización de una plantación juvenil de *Cavanillesia platanifolia* en la Zona Bananera Colombiana. *Madera y Bosques*, 29(2), e2922495. <https://doi.org/10.21829/myb.2023.2922495>
- Cisneros, A. B., Moglia, J. G., & Álvarez, J. A. (2019). Morfometría de copa en *Prosopis alba* Griseb. *Ciência Florestal*, 29(2), 863-884. <https://doi.org/10.5902/1980509826846>
- Coronado Silva, R. A., & Prato Sarmiento, A. I. (2019). Identificación y crecimiento inicial de especies forestales usadas para el curado de tabaco Virginia. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(51), 68-85. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i51.295>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2012). *Vegetación del territorio CAR: 450 especies de sus llanuras y montañas*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, & Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2014). *Maderas. Especies comercializadas en el territorio CAR: Guía para su identificación*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. <https://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/35771>
- Eras Guamán, V. H., Moreno Serrano, J. A., Correa Torres, G. D., & Yaguana Arévalo, M. (2021). Caracterización morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) en la provincia de Loja (Ecuador). *CEDAMAZ*, 11(1), 13-21. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/1033/779>
- García-Ávila, E. L., Mero-Jalca, O. F., Palma-Ponce, R. L., & Álvarez-Figueroa, M. E. (2021). Caracterización dendrológica de especies maderables para la conservación forestal en el sector Los Pozos de Andil, Cantón Jipijapa. *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 858-874. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8231817>

- Gutiérrez Rodríguez, E., Moreno Orjuela R. D., & Villota Echeverry, N. (2013). *Guía de cubicación de la madera*. Corporación Autónoma Regional del Risaralda. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Gui%C3%A1-de-Cubicacio%C3%A1n-de-Madera.pdf>
- International Plant Genetic Resources Institute. (1996). *Descriptores del café (Coffea spp. y Psilanthus spp.)*. IPGRI. <https://cgspace.cgiar.org/items/8e69fa89-eaed-4fa4-9710-d656b88df210>
- International Plant Genetic Resources Institute. (2000). *Descriptors for jackfruit (Artocarpus heterophyllus)*. IPGRI. <https://alliancebioversityciat.org/publications-data/descriptors-jackfruit-artocarpus-heterophyllus>
- Jiménez, J. U., & Espino C., K. A. (2020). *Guía de árboles y plantas arborescentes de la Universidad Tecnológica de Panamá, Extensión Tocumen*. Universidad Tecnológica de Panamá. <https://rida2.utp.ac.pa/handle/123456789/11456>
- Kehlenbeck, K., Padulosi, S., & Alercia, A. (2015). *Descriptors for Baobab (Adansonia digitata L.)*. Bioversity International. https://www.researchgate.net/publication/269929889_Descriptors_for_Baobab_Adansonias_digitata_L
- López-Camacho, R., Sarmiento Bernal, D. C., Espitia Palencia, L. P., Barrero, A. M., Consuegra, C., & Gallego Castillo, B. (2016). *100 plantas del Caribe Usar para conservar aprendiendo de los habitantes del bosque seco*. Fondo Patrimonio Natural. https://www.researchgate.net/publication/326882449_100_plantas_del_Caribe_Usar_para_conservar_aprendiendo_de_los_habitantes_del_bosque_seco
- López Camacho, R., & Rojas Rojas, J. E. (2019). *El Bosque Seco en el Territorio CAR*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://www.car.gov.co/uploads/files/62ace39d31970.pdf>
- Obando-Enriquez, B. G., Castro Rincón, E., & Castañeda-Garzón, S. L. (2023). Caracterización de *Alnus acuminata* (Kunth) en un arreglo silvopastoril, en la región altoandina colombiana. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(3), 129-139. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.505>
- Ordoñez Espinosa, C. M. (2019). *Composición florística, estructura y servicios ecosistémicos en sistemas agroforestales con Theobroma cacao L. en el departamento del Huila* [tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia, Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78109/TESIS_FINAL_CLAUDIA_ORDO%C3%91EZ06092019ajuste.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ordoñez, C. M., & Rangel-Ch, J. O. (2020). Composición florística y aspectos de la estructura de la vegetación en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L. - Malvaceae) en el departamento del Huila, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(173), 1033-1046. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1183>
- Ortiz Muñoz, E., Acosta Hernández, C. C., Linares Márquez, P., Morales Romero, Z., & Rebolledo Camacho, V. (2017). Selección de árboles semilleros de *Juglans pyriformis* Liebm. en poblaciones naturales de Coatepec y Coacoatzintla, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(38), 43-58. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i38.3>
- Olvera Moreno, S., López Upton, J., Sánchez Monsalvo, V., & Jiménez Casas, M. (2022). Repetibilidad de características útiles como descriptores morfológicos en clones de *Cedrela odorata* L. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(69), 4-30. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i69.938>
- Patiño Forero, S., Suárez Santos, L. N., Andrade Castañeda, H. J., & Segura Madrigal, M. A. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas

- agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 121-134.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2312>
- Perdomo Vargas, J. A., Herrera Hernández, E. A., Rojas Basto, L. C., Grisales Cabrera, D. O., Saavedra Mora, D., & Mora-Lamilla, S. I. (2019). Valoración nutricional de especies forrajeras asociadas a sistemas pecuarios en el norte del Huila. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, 6(1), 6-17.
https://www.researchgate.net/publication/340924351_valoracion_nutricional_de_especies_forrajeras_asociadas_a_sistemas_pecuarios_en_el_norte_del_departamento_del_huila
- Pérez Almario, N., Ibrahim, M., Villanueva, C., Skarpe, C., & Guerin, H. (2013). *Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras para su inclusión en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas* [ponencia]. VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Producao Pecuária Sustentável, Brasil.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7709/Diversidad_forrajera_tropical.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Pérez Almario, N., Medina Rios, E. L., Mora Delgado, J., Criollo Cruz, D., & Mejía, J. R. (2021). Criterios de uso y conservación de árboles en potreros basados en el conocimiento local de los ganaderos en una zona de bosque seco tropical en Colombia. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 9(3), 321-336. [https://doi.org/10.17138/tgft\(9\)321-336](https://doi.org/10.17138/tgft(9)321-336)
- Prato Sarmiento, A. I., Zárate Caicedo, D. A., Zuluaga Peláez, J. J., & Castañeda Garzón, S. L. (2019). Seedling emergency and biometry of fruits and seeds of *Cariniana pyriformis* from the middle Mgdalena Valley, Colombia. *CERNE*, 25(2), 221-229.
<https://doi.org/10.1590/01047760201925022596>
- Quiceno Urbina, N. J., Tangarife Marín, G. M., & Álvarez León, R. (2016). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el Resguardo Indígena Piapoco Chigüiro-Chátare de Barrancominas, departamento del Guainía (Colombia). *Luna Azul*, 43, 171-202.
<https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.9>
- Rocha de Lima, K. D., Fernandes Correia, M. E., Campello, E. F., & Silva de Resende, A. (2021). Regeneração natural após 13 anos de plantio com espécies arbóreas fixadoras de nitrogênio em Valença, no estado do Rio de Janeiro. *Ciência Florestal*, 31(2), 830-845.
https://www.researchgate.net/publication/352068960_Regeneracao_natural_apos_13_anos_de_plantio_com_especies_arboreas_fixadoras_de_nitrogenio_em_Valenca_no_estado_do_Rio_de_Janeiro
- Romero-Saritama, J. M., & Bedoya Castillo, A. E. (2022). Variación morfológica en semillas de 20 especies leñosas nativas en un bosque seco sudamericano. *Fronteiras*, 11(1), 54-59.
<https://doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i1.p54-59>
- Rosero-Toro, J. H., Romero-Duque, L. P., Santos-Fita, D., & Ruan-Soto, F. (2018). Cultural significance of the flora of a tropical dry forest in the Doche vereda (Villavieja, Huila, Colombia). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1), 14-22.
<https://doi.org/10.1186/s13002-018-0220-0>
- Ruiz Vega, R., & Saab, H. P. (2020). Floristic diversity of the tropical dry forest in the lower and middle Sinú subregion, Córdoba, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(1), 167-179.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v68i1.38286>
- Saavedra-Romero, L. L., Alvarado-Rosales, D., Hernández-de la Rosa, P., Martínez-Trinidad, T., Mora-Aguilera, G., & Villa-Castillo, J. (2016). Condición de copa, indicador de salud en

- árboles urbanos del Bosque San Juan de Aragón, Ciudad de México. *Madera y Bosques*, 22(2), 15-27. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2221321>
- Saavedra-Mora, D., Murcia-Torrejano, V., Machado-Cuellar, L., Sanchez-Cerquera, J., Estrada-Quintero, L. F., & Ordoñez-Espinosa, C. M. (2019). Propiedades físicas y químicas de suelos y su relación con sistemas de producción en el municipio Campoalegre, departamento del Huila, Colombia. *Bioagro*, 31(2), 151-158. [http://www.ucla.edu.vc/bioagro/Rev31\(2\)/8.%20ms%201833.pdf](http://www.ucla.edu.vc/bioagro/Rev31(2)/8.%20ms%201833.pdf)
- Serrano, J. R., Andradre-C., H. J., & Mora-Delgado, J. (2014). Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 99-110. <https://doi.org/10.15517/am.v25i1.14209>
- Sierra Ramírez, E., Andrade Castañeda, H. J., & Segura Madrigal, M. A. (2017). Percepción local del componente arbóreo en fincas agropecuarias de la zona seca del norte del Tolima, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 17-28. <https://doi.org/10.22490/21456453.2027>
- Suárez Ramírez, S., & Vargas Ríos, O. (2019). Material suplementario Artículo 71281. Composición florística y relaciones ecológicas de las especies de borde, parches y árboles aislados de un bosque seco tropical en Colombia. Implicaciones para su restauración ecológica. *Caldasia*, 41(1), 28-41. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.78248>
- Toro Murillo, J. L., & Gómez Restrepo, M. L. (2008). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque seco tropical* [boletín técnico biodiversidad N.º 3]. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - Corantioquia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1106>
- Universidad Nacional de Colombia. (2016). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://portaldelibros.unal.edu.co/gpd-catyalogo-de-plantas-y-lyuquenes-de-colombia-volumen-i-y-ii-9789587757279-667e34bbb88e0.html>
- Urbina Vallejo, V. (2001). *Morfología y desarrollo vegetativo de los frutales*. Paperkite Editorial. <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/0198d042-0776-4ac0-b69e-142ebb79ec16/content>
- Villena Velásquez, J. J., Seminario Cunha, J. F., & Valderrama Cabrera, M. A. (2019). Variabilidad morfológica de la “tara” *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Fabaceae), en poblaciones naturales de Cajamarca: Descriptores de fruto y semilla. *Arnaldia*, 26(2), 555-574. <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n2/a03v26n2.pdf>
- Zárate-Gómez, R., Reynel Rodríguez, C. A., Palacios Vega, J. J., Ríos Paredes, M., Perez Romero, M. A., & Cerón Villanueva, J. L. (2020). Guía para la identificación de las especies de cumala colorada (*Iryanthera Warb.*, Myristicaceae) de la Amazonía peruana. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 7(1), 1-19. <https://doi.org/10.22386/ca.v7i1.261>