

MORFOLOGÍA DEL POLEN DEL GÉNERO *CALLIANDRA* BENTH. (LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE) EN VENEZUELA

Pollen morphology of the genus *Calliandra* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae) of Venezuela

Sirli LEYTHON¹ y Thirza RUIZ-ZAPATA²

¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias,
Postgrado en Botánica. Caracas, Venezuela
sirlileython@yahoo.com

²Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía,
Instituto de Botánica Agrícola, Maracay, Venezuela
ruizl@agr.ucv.ve

RESUMEN

Se estudió la morfología del polen en especies del género *Calliandra* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae) presentes en Venezuela, con la finalidad de establecer similitudes y diferencias entre especies para su posible utilización como criterio taxonómico. El polen fue analizado con el uso de microscopio de luz. Las muestras fueron preparadas por el método de acetólisis; las unidades de polen fueron medidas y fotografiadas. Las 13 especies estudiadas presentaron políadas de ocho granos. Las políadas constituyeron dos grupos básicos: políadas apendiculadas o políadas no apendiculadas, basadas en la presencia o ausencia de un apéndice en el grano apical de la políada. Las especies *C. coriacea* y *C. cruegeri* correspondieron al grupo de políadas apendiculadas, las restantes al grupo de políadas no apendiculadas. En las especies estudiadas los granos de polen de la políada presentaron poros, y en muchos de ellos los poros fueron anulados. Algunos de los caracteres de las políadas han sido útiles en corroborar clasificaciones infragénicas previas en *Calliandra*. Se ilustran las políadas de cada especie y se presenta una clave para la identificación de las especies usando caracteres del polen.

Palabras clave: *Calliandra*, Ingeae, Leguminosae, Mimosoideae, polen, políada, Venezuela

ABSTRACT

A study of pollen morphology in species of the genus *Calliandra* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae) which occurs in Venezuela was carried out in order to establish similarities and differences that could be used as taxonomic characters. The pollen was examined using light microscopy. Samples were prepared by the acetolysis method; the pollen units were measured and photographed. All 13 species studied presented polyads comprising eight pollen grains. The polyads conform to one or another of two basic types: appendiculate polyads or non-appendiculate polyads, based on presence or absence of an appendix on the apical pollen grain. Species *C. coriacea* and *C. cruegeri* were included in the appendiculate polyad group, while the remaining species were included in the non-appendiculate polyad group. In all the species the pollen grains within the polyad were porate, and in many of them the pori were annulate. Some of the polyad characters have proved to be congruent with previous infrageneric classifications of the genus. The polyads of each species are illustrated and a key for the identification of species using pollen characters is presented.

Key words: *Calliandra*, Ingeae, Leguminosae, Mimosoideae, pollen, polyads, Venezuela

INTRODUCCIÓN

El género *Calliandra* Benth. incluye cerca de 132 especies (Barneby 1998). Está restringido a las Américas, con tres principales centros de diversidad: México, este de Brasil y Los Andes (Macqueen & Hernández 1997). De estas especies, 19 están presentes en Venezuela, dos de las cuales son endémicas, *C. laxa* (Willd.) Benth. var. *urinama* Barneby y *C. pakaraimensis* R.S. Cowan (Cárdenas *et al.* 2008; Leython 2010).

Las características del polen de Mimosoideae fueron descritas y usadas por primera vez por Rosanoff (1865); desde entonces la utilidad de los caracteres del polen en estudios taxonómicos de la subfamilia ha sido bien reconocida y empleada para intentar establecer divisiones taxonómicas dentro de Mimosoideae en conjunto (Sorsa 1969), y en el género *Calliandra* en particular (Teppner 2007; Santos & Romão 2008).

Van Campo & Guinet (1961) estudiaron los diferentes tipos de polen presentes en Mimosoideae, ubicaron las especies con políadas calimadas (término empleado por estos autores, para describir tétradas o políadas en las cuales la ectexina/sexina de cada mónada está bien diferenciada y forma una envoltura continua alrededor de la unidad) en el Tipo I (género *Calliandra*), mientras que a las especies con políadas acalimadas las separaron en un grupo independiente; a esta misma conclusión llegaron años más tarde Niezgoda *et al.* (1983), quienes realizaron un estudio de la ultraestructura del polen en todos los géneros de la tribu Ingeae, con excepción del género *Wallaceodendron*; distinguieron dos tipos de polen (Tipo I y Tipo II), diferenciados principalmente en la cohesión de las políadas y la organización de la exina; en las políadas Tipo I ubicaron al género *Calliandra* s.s., por presentar sus especies políadas de ocho granos y, en las políadas Tipo II los géneros restantes, con 16 granos o más. Igualmente, indicaron que las Ingeae con políadas Tipo II se ubican claramente dentro de los derivados de las Mimosoideae, mientras que las que tienen polen Tipo I parecen haber derivado independientemente; en este sentido, las Ingeae, con excepción del género *Calliandra*, representan un grupo natural estrechamente relacionado con Acacieae.

Una hipótesis de una relación filogenética entre las tribus Acacieae e Ingeae fue presentada en un estudio molecular realizado por Miller *et al.* (2003), donde indicaron que algunas especies de Acacieae deben ser segregadas en nuevos géneros afines a *Calliandra* y *Zapoteca*, a pesar que las especies de *Calliandra* incluidas en el estudio constituyeron un clado monofilético.

Sorsa (1969), Thulin *et al.* (1981) y Hernández & Sousa (1988), describieron granos de polen aislados de políadas de *Calliandra* como de forma piramidal, con 6-8 poros circulares y superficie de la exina reticulada. El polen de *Calliandra* fue descrito por Guinet (1965, 1981) como políadas de ocho granos, fuertemente bisimétricas en vista horizontal (ancha), con granos individuales en organización

monoplanar, con margen comprimido en los seis granos periféricos, con margen redondeado en los dos granos centrales, diferenciados de los granos periféricos en tamaño, forma y escasa ornamentación.

Algunas especies originalmente incluidas en *Calliandra* pero con políadas de 16 granos (Sorsa 1969), han sido recircunscritas y asignadas al género *Zapoteca* H.M. Hern. (Hernández 1986) tales como *Z. caracasana* (Benth.) H.M. Hern., *Z. formosa* (Kunth) H.M. Hern., *Z. lambertiana* (G. Don) H.M. Hern., *Z. media* (M. Martens & Galeoti) H.M. Hern., *Z. mollis* (Standl.) H.M. Hern., *Z. portoricensis* (Jacq.) H.M. Hern. y *Z. tetragona* (Willd. H.M. Hern. o a *Viguiерanthus* Villiers (Villiers 2002), como *V. alternans* (Benth.) Villiers, *V. ambongensis* (R. Vig.) Villiers, *V. kony* (R. Vig.) Villiers, *V. megalophyllus* (R. Vig.) Villiers, *V. perrieri* (R. Vig.) Villiers, *V. pervillei* (Drake) Villiers, *V. scottianus* (R. Vig.) Villiers y *V. simulans* (R. Vig.) Villiers. *Zapoteca*, con 18 especies, es un género tropical americano y *Viguiерanthus* conformado por 23 especies, es predominantemente de Madagascar con sólo cinco de estas especies en Asia.

El género *Calliandra* muestra una única manera de presentación del polen y producción de polen adhesivo (Niezgoda 1983; Prenner & Teppner 2005), cuyas políadas son altamente especializadas en comparación con las políadas de géneros paleotropicales relacionados, como *Viguiерanthus* y *Thailentadopsis*.

En la tribu Ingeae, las políadas de ocho granos son típicas solamente de *Calliandra s.s.* de las zonas áridas tropicales del Nuevo Mundo (Barneby 1998; Marchant *et al.* 2002); especies relacionadas al género de las zonas áridas del Viejo Mundo presentan políadas de 16 granos (Guinet 1981; Barneby 1998; Villiers 2002). El rango de características de las políadas de *Calliandra* es amplio y significativo para estudios taxonómicos y de evolución en el género, tales como número de granos por políada, forma de la políada, presencia y/o ausencia de apéndice, entre otras.

El presente estudio describe y caracteriza las políadas de algunas especies de *Calliandra* que crecen en Venezuela. Los datos obtenidos son discutidos en el contexto de la clasificación infragenérica y tribal más reciente para el grupo según Barneby (1998) y Lewis & Rico Arce (2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron botones florales de las especies del género *Calliandra* presentes en Venezuela, recolectadas en diferentes localidades (Tabla 1). Igualmente, se utilizó material separado de ejemplares provenientes de los siguientes herbarios: Herbario Nacional de Venezuela (VEN), Herbario "V́ctor Manuel Badiello" (MY) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela y Herbario del Centro Jardín Botánico (MERC) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes (Tabla 1). Las especies *Calliandra trinervia* (Cowan) Barneby y *C. pakaraimensis* no fueron incluidas en el presente estudio por no disponerse de botones florales. Asimismo, las especies *C. purdiaei* Benth., *C. riparia*

Tabla 1. Especímenes de *Calliandra* de Venezuela empleados para el análisis de polen.

Sección	Especie	Ubicación	Colector (Herbario)
<i>Androcallis</i>	<i>C. coriacea</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	Estado Amazonas, cerro La Neblina. Estado Amazonas, Parque Nacional Duida-Marahuaca	A. Gentry & B. Stein 46924 (VEN) J. Pedrol 4803JP (VEN)
	<i>C. cruegeri</i> Griseb.	Estado Guárico, Altagracia de Orituco-Taguay	L. Aristeguieta & G. Agostini 6412 (VEN)
	<i>C. falcata</i> Benth.	Estado Miranda, cerro Mamoleño	T. Ruiz 2507 (MY)
	<i>C. glomerulata</i> H. Karst.	Estado Lara, Loma de León	F. Tamayo 3756 (VEN)
	<i>C. guildingii</i> Benth.	Estado Aragua, Parque Nacional Henri Pittier	L. de Guevara 1303 (MY)
		Estado Miranda, carretera Regional del Centro	S. Leythou, M. García, A. Huérfano & R. Severo 667 (MERC, MY, VEN)
		Estado Barinas, a 2 km de la Soledad de Barinas	S. Leythou, F. Michelangeli & I. Capote 801 (MERC, VEN)
		Estado Mérida, Jardín Botánico de la ULA	S. Leythou & S. Romero 601 (VEN)
		Estado Bolívar, La Camorra, área minera de Hecla	W. Diaz, R. Navarro & G. Febres 8226 (VEN)
		Estado Sucre, vía Gitiría	S. Leythou, E. Noguera, G. Gerlach & S. Romero 618 (MERC, MY, VEN)
<i>Calliandra</i>	<i>C. magdalena</i> (Bertero ex DC.) Benth.	Estado Táchira, entre La Grita y Seboruco	S. Leythou, M. Bonifacino, P. Ubiergo & S. Romero 646 (MERC, MY, VEN)
	<i>C. pittieri</i> Standl.	Estado Trujillo, entre La Concepción y Burbusay	S. Leythou, M. Bonifacino, P. Ubiergo & S. Romero 638 (MY, VEN)
	<i>C. purpurea</i> (L.) Benth.	Estado Sucre, Cachipal	S. Leythou & S. Romero 888 (MY, VEN)
	<i>C. rigida</i> Benth.	Estado Bolívar, río Uarí	F. Tamayo 3104 (VEN)
	<i>C. isugoides</i> R.S. Cowan	Estado Bolívar, cumbre del cerro Guaiquinima	J. Steyermark, G.K. & E. Dunsterville 113159 (VEN)
	<i>C. vaupesiana</i> R.S. Cowan	Estado Amazonas, río Atabapo	O. Huber 2648 (VEN)

Pittier, *C. surinamensis* Benth. y *C. tergemina* (L.) Benth., fueron incluidas en el estudio y procesados los botones florales; sin embargo, no se obtuvieron muestras de polen para las observaciones correspondientes.

Se tomaron 10-15 botones florales por especie, provenientes de diferentes individuos de acuerdo con la disponibilidad de muestras en campo y en herbario. En el caso de material fresco, los botones fueron preservados en FAA para su posterior deshidratación en ácido acético puro. El material recolectado de muestras de herbario fue colocado en ácido acético puro durante un mínimo de 24 h antes de ser procesado. Se siguió la metodología propuesta por Erdtman (1969). Posterior a la acetólisis, el polen fue montado en láminas semipermanentes con gelatina glicerinada y selladas con parafina con punto de fusión 56° C.

Un mínimo de 20 políadas fueron medidas a partir de cada lámina semipermanente. A cada políada se le determinó su tamaño, el tamaño de los granos centrales y del grano apical (agudo), y el espesor de la exina.

Las observaciones y mediciones se realizaron bajo un microscopio estereoscópico marca Nikon Eclipse E-200, acoplado con cámara fotográfica y utilizando un aumento de 40x. Para la terminología apropiada se siguió lo indicado por Punt *et al.* (2007).

RESULTADOS

Las principales características del polen de *Calliandra* se muestran en la Tabla 2. Todas las especies estudiadas presentan políadas calimadas, asimétricas o disimétricas¹, elipsoide-aovadas monoplanares, de ocho granos heteropolares; dos granos centrales, rodeados por seis granos periféricos heteromórficos. Los granos periféricos de las políadas son variadamente angulosos, irregularmente poliédricos, hasta dos veces mayores que los centrales, de tal manera que forman una políada elipsoidal-convexa. Se encontró que las políadas en la muestra midieron entre 141,6-220,8 μm de largo y 57,6-148,8 μm de ancho (Tabla 2).

El grano apical, que es uno de los seis granos periféricos de la políada, se diferencia de los otros por su forma y posición en el extremo agudo, es variadamente convexo-piramidal entre las diferentes especies de *Calliandra* estudiadas, así como en tamaño y por la presencia o ausencia de un apéndice (Tabla 2).

En algunas especies puede presentarse un grano apical muy atenuado, como en *C. glomerulata*, *C. guildingii*, *C. laxa*, *C. magdalenae*, *C. pittieri*, *C. purpurea*, *C. rigida*, *C. tsugoides* y *C. vaupesiana* (Fig. 1i, 2c, g, i, k, 3a, c, f, g) o redondeado como sucede en *C. falcata* (Fig. 1e) y *C. haematocephala* (Fig. 2d). En este sentido, de acuerdo con Guinet (1965), se pueden reconocer para las especies de *Calliandra* de Venezuela dos grandes tipos de políadas, basados en la presencia

¹ Una bitétrada es disimétrica cuando las dos tétradas que la constituyen tienen distinta forma, la bitétrada presenta uno de los dos extremos más agudo, en consecuencia no es posible trazar un plano de simetría entre las dos tétradas.

Tabla 2. Morfometría de polliadas de especies de *Calliandra* de Venezuela.

Sección	Especie	Poliada		Grano apical Largo	Apéndice Largo	Granos centrales Diámetro	Exina Grosor					
		Largo	Ancho									
<i>Androcallis</i>	<i>C. coriacea</i>	148,8 (163,9)	184,8	57,6 (68,1)	76,8	24 (32,1)	40,8	2,4 (2,5)	2,8			
	<i>C. cruegeri</i>	146,4 (154,6)	168	57,6 (75,5)	84	55,2 (62,1)	67,2	24 (29,3)	33,6	2,4 (2,5)	2,8	
	<i>C. falcata</i>	175,2 (202,2)	220,8	127,2 (139,2)	148,8	76,8 (84,3)	88,8	-	36 (44,7)	52,8	2,4 (2,7)	3,6
	<i>C. glomerulata</i>	175,2 (193,6)	206,4	96 (110)	122,4	67,2 (74,4)	86,4	-	36 (44,8)	44,8	2,4 (2,5)	2,8
	<i>C. guildingii</i>	206,4 (211,2)	216	127,2 (132)	134,4	72 (78,17)	91,2	-	28,8 (39,8)	48	2,4 (2,4)	2,6
	<i>C. haematocephala</i>	192 (200,7)	206,4	112,8 (122,7)	127,2	52,8 (67,8)	76,8	-	36 (42,3)	48	2,4 (2,5)	2,8
	<i>C. laxa</i>	182,4 (198,9)	208,8	120 (123,9)	134,4	64,8 (72,3)	76,8	-	36 (38,7)	48	2,4 (2,6)	2,8
	<i>C. magdalenae</i>	192 (194)	204	96 (105,6)	115,2	72 (74)	84	-	31,2 (37,2)	38,4	2,4 (2,8)	4,8
	<i>C. pittieri</i>	141,6 (151,2)	168	86,4 (96)	112,8	72 (75,2)	76,8	-	36 (37,6)	38,4	2,6 (2,8)	2,8
	<i>C. purpurea</i>	194,4 (204)	216	57,6 (92,1)	110,4	72 (60,9)	84	-	36 (32,1)	48	2,4 (2,4)	2,4
<i>Calliandra</i>	<i>C. rigida</i>	192 (192)	192	120 (122,4)	124,8	67,2 (73,2)	79,2	-	37,2 (46,8)	48	2,4 (3,6)	4,8
	<i>C. tsugoides</i>	201,6 (202,8)	204	108 (109,2)	110,4	76,8 (76,8)	76,8	-	36 (37,2)	38,4	4,4 (4,8)	5,2
	<i>C. vaupesiana</i>	175,2 (193,4)	204	100,8 (110,6)	120	60 (68,8)	81,6	-	24 (35,6)	45,6	3,6 (4,7)	5,0

Medidas en μm . El valor indicado entre paréntesis corresponde al valor promedio.

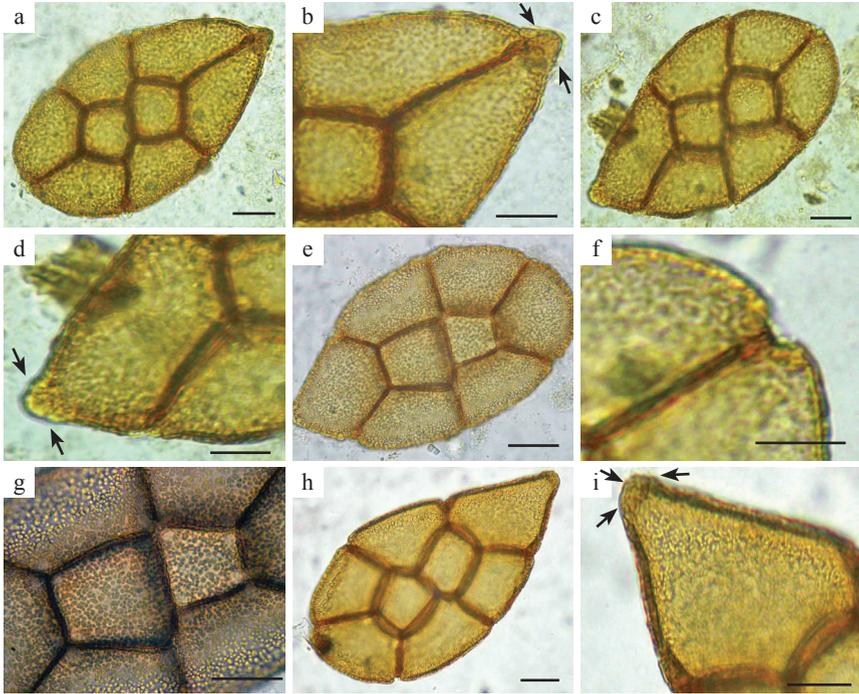


Fig. 1. Políadas de *Calliandra*. **a-b.** *C. coriacea*. **a.** Políada. **b.** Apéndice. **c-d.** *C. cruegeri*. **c.** Políada. **d.** Apéndice. **e-g.** *C. falcata*. **e.** Políada. **f.** Detalle de la exina en la zona distal. **g.** Granos centrales. **h-i.** *C. glomerulata*. **h.** Políada. **i.** Grano apical, nótese el detalle del poro. Escala: a = 25 μm ; b, c, d, i = 20 μm ; e = 40 μm ; f = 10 μm ; g, h = 30 μm .

o ausencia de un apéndice en el grano apical (agudo) de la políada: I: Políadas apendiculadas: *C. coriacea* (Fig. 1a-b), *C. cruegeri* (Fig. 1c-d), II: Políadas no apendiculadas: *C. falcata* (Fig. 1e), *C. glomerulata* (Fig. 1h), *C. guildingii* (Fig. 2a), *C. haematocephala* (Fig. 2d), *C. laxa* (Fig. 2g), *C. magdalenae* (Fig. 2h), *C. pittieri* (Fig. 2k), *C. purpurea* (Fig. 3a), *C. rigida* (Fig. 3c), *C. tsugoides* (Fig. 3f), *C. vaupesiana* (Fig. 3g).

Las aperturas o poros anulados, se ubican en el plano ecuatorial-distal, dispuestos en la unión de dos o tres granos adyacentes, con corona circular, situada en las áreas de contacto entre granos, alrededor del centro de la políada (Fig. 1g, 2b, e, j, e, 3d, h) o en los granos periféricos como en *C. falcata* (Fig. 1f), *C. glomerulata* (Fig. 1h), *C. guildingii* (Fig. 2c), *C. magdalenae* (Fig. 2i) y *C. vaupesiana* (Fig. 3i). Las políadas no apendiculadas normalmente presentan poros en el ápice del grano apical; así fue observado en *C. glomerulata* (Fig. 1i), *C. guildingii* (Fig. 2c), *C. magdalenae* (Fig. 2i) y *C. rigida* (Fig. 3e). La exina que rodea a es-

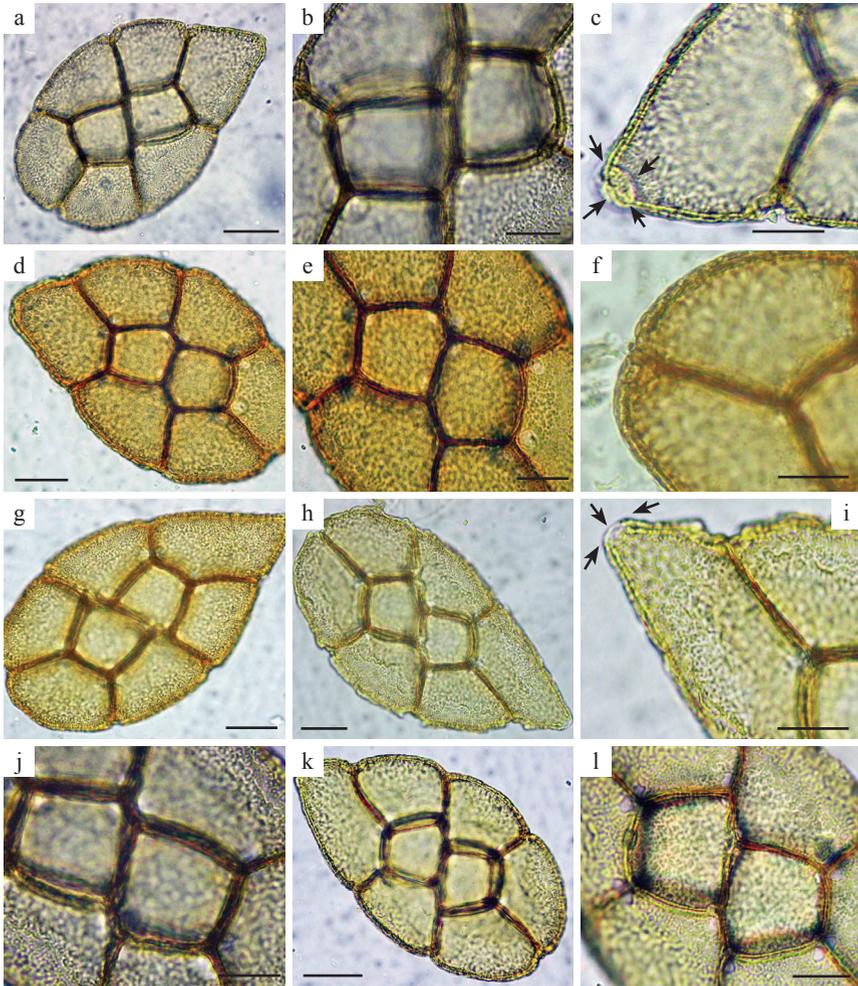


Fig. 2. Poliadas de *Calliandra*. **a-c.** *C. guildingii*. **a.** Poliada. **b.** Granos centrales. **c.** Grano agudo, obsérvese el detalle del poro. **d-f.** *C. haematocephala*. **d.** Poliada. **e.** Granos centrales. **f.** Detalle de la exina en la zona distal. **g.** *C. laxa*, poliada. **h-j.** *C. magdalenae*. **h.** Poliada. **i.** Grano apical, nótese el detalle del poro. **j.** Granos centrales. **k-l.** *C. pittieri*. **k.** Poliada. **l.** Granos centrales. Escala: a = 40 μm ; b, c, i, j, l = 20 μm ; d, g, h = 50 μm ; e = 25 μm ; f = 10 μm ; k = 30 μm .

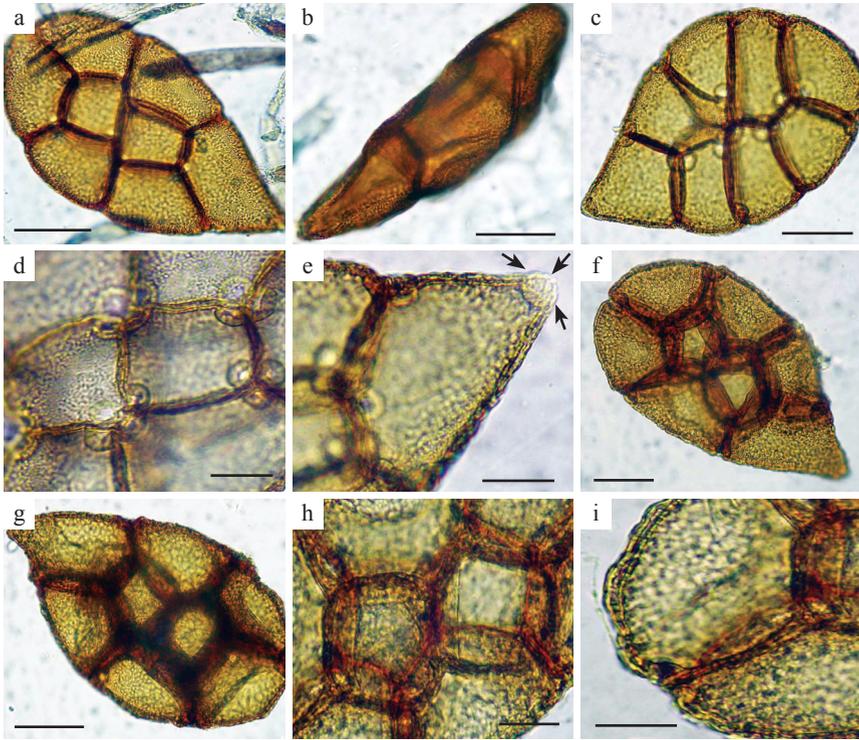


Fig. 3. Políadas de *Calliandra*. **a-b.** *C. purpurea*. **a.** Políada. **b.** Políada, en vista transversal. **c-e.** *C. rigida*. **c.** Políada. **d.** Células centrales. **e.** Grano apical, véase detalle del poro. **f.** *C. tsugoides*, políada. **g-i.** *C. vaupesiana*. **g.** Políada. **h.** Células centrales. **i.** Detalle de la exina en área distal. Escala: a, b, c, f, g = 40 μm ; d, e, h = 20 μm ; i = 15 μm .

tas aperturas o poros es un poco más gruesa que en las zonas sin dichos poros. En aquellas especies con exina muy gruesa (Tabla 2) se dificulta distinguir los poros anulados como en *C. tsugoides* (Fig. 3f) y *C. vaupesiana* (Fig. 3g-h).

La exina es tectada, columelada, con la superficie escabra a rugulada (Fig. 1f, 2f, 3i), y generalmente es gruesa en granos de polen individuales. En las especies de *Calliandra* estudiadas los valores oscilan entre 2,4-5,2 μm (Tabla 2). Los valores más altos de espesor de la exina fueron obtenidos en las especies de *Calliandra* pertenecientes a la sección *Calliandra*, restringida al sur del país (Tabla 1 y 2), mientras que en las especies de la sección *Androcallis*, con amplia distribución geográfica (Tabla 1), se observaron menores valores en el grosor de la exina (Tabla 2), indistintamente de la condición de políada apendiculada o políada no apendiculada. En la mayoría de las especies en las que se presentan mayores valores en el grosor de la exina, estos se deben principalmente a un aumento en el grosor del infratectum, los resultados de espesor adicionales se observan principalmente en aumento en el grosor del infratectum (*C. vaupesiana*, Fig. 3i).

Clave para la identificación de las especies venezolanas de *Calliandra* con uso de caracteres morfológicos de polen

- 1a. Políadas apendiculadas 2
- 1b. Políadas no apendiculadas 3
- 2a. Apéndice en promedio 12,08 μm de largo *C. coriacea*
- 2b. Apéndice en promedio 9,5 μm de largo *C. cruegeri*
- 3a. Grano apical redondeado 4
- 3b. Grano apical muy atenuado. 5
- 4a. Aperturas o poros anulados presentes en granos periféricos. *C. falcata*
- 4b. Aperturas o poros anulados ausentes en granos periféricos
 *C. haematocephala*
- 5a. Poros presentes en el ápice del grano apical 6
- 5b. Poros ausentes en el ápice del grano apical. 9
- 6a. Políadas 206,4-216 μm de largo, 127,2-134,4 μm de ancho . . . *C. guildingii*
- 6b. Políadas de menor tamaño 7
- 7a. Granos centrales pequeños, menores de 39 μm de diámetro.
 *C. magdalenae*
- 7b. Granos centrales grandes, mayores de 39 μm de diámetro 8
- 8a. Políadas 96-122,4 μm de ancho. Exina delgada (2,4-2,8 μm de espesor) . .
 *C. glomerulata*
- 8b. Políadas 120-124,8 μm de ancho. Exina gruesa (2,4-4,8 μm de espesor) . .
 *C. rigida*
- 9a. Grosor de la exina 3,6-5,2 μm , que dificulta distinguir los poros anulados . .
 10
- 9b. Grosor de la exina 2,4-2,8 μm , que permite distinguir los poros anulados . .
 11
- 10a. Grano apical en promedio 68,8 μm de largo. Exina en promedio gruesa (4,8
 μm de espesor) *C. vaupesiana*
- 10b. Grano apical en promedio 76,8 μm de largo. Exina en promedio delgada
 (4,7 μm de espesor). *C. tsugoides*
- 11a. Políadas 141,6-168 μm de largo *C. pittieri*
- 11b. Políadas 182-216 μm de largo. 12
- 12a. Políadas 120-134,4 μm de ancho. Grano apical en promedio largo (72,3
 μm) *C. laxa*
- 12b. Políadas 57,6-110,4 μm de ancho. Grano apical en promedio corto (60,9
 μm) *C. purpurea*

DISCUSIÓN

Las especies de *Calliandra* estudiadas exhiben caracteres palinológicos comparables a los caracteres descritos por Guinet (1965, 1969, 1981) y Niezgo-da *et al.* 1983) para las políadas calimadas de *Calliandra* neotropicales. En este sentido, se trata de caracteres muy homogéneos, sólo presentan cierta variabilidad

en la disposición de algunos granos, como lo es el tamaño de los granos centrales y los granos periféricos, la presencia/ausencia del apéndice. Asimismo, el heteromorfismo balanceado que fue señalado por Guinet (1981) se encuentra manifestado por la diferencia de forma y tamaño existente entre las células centrales y periféricas.

Taisma (2007) observó en *C. glomerulata*, *C. riparia* y *C. laxa* políadas asimétricas, de siete granos en las dos primeras especies y ocho granos en la tercera especie. Los resultados del presente estudio indican que las políadas de *Calliandra* son asimétricas, consistentemente constituidas por ocho granos organizados en un solo plano, como ha sido, igualmente señalado por diversos autores, entre ellos Guinet (1965, 1981, 1989), Niezgodá *et al.*, (1983), Hernández & Sousa (1988), Guinet & Hernández (1989), Hoc (1989), Caccaravi & Barreda (2000), Rull (2003), Santos & Romão (2008) y Buriel *et al.* (2010).

La morfología polínica particular de las especies de *Calliandra* presentes en Venezuela las ubica en una posición intermedia entre los dos tipos de políadas definidas para el género (Guinet 1965): políadas apendiculadas y políadas no apendiculadas. Las especies venezolanas que presentan el carácter apendiculado no exhiben un apéndice conspicuo; por el contrario, se considera un apéndice incipiente o rudimentario, tal como se observa en *C. coriacea* y *C. cruegeri*, indicativo de la afinidad con el grupo de especies que presenta las políadas apendiculadas, semejante a lo reportado por Caccaravi & Barreda (2000) para el espécimen fósil de *Calliandra* hallado en Argentina; sin embargo, dicho carácter (apéndice en la políada) permite formar dos grupos de acuerdo con la presencia/ausencia del mismo en la políada y, por tanto, muestra importancia taxonómica para el género. De acuerdo con Caccaravi & Barreda (2000) y Santos & Romão (2008), esta morfología podría representar un grupo de transición evolutiva entre las políadas apendiculadas y las políadas no apendiculadas de *Calliandra*. En este orden de ideas, Guinet (1965, 1969, 1981), Guinet & Ferguson (1989), Teppner (2007), Santos & Romão (2008) consideraron las políadas apendiculadas una de las formas más especializadas dentro de las Mimosoideae.

En los dos grupos formados para *Calliandra* en Venezuela, el tamaño de las políadas así como la forma y tamaño del grano agudo fueron los caracteres discriminantes que permitieron separar las especies, mostrando que tales caracteres tienen importancia taxonómica.

Caccaravi & Barreda (2000) señalan que las políadas apendiculadas son típicas de especies de *Calliandra* endémicas a la Amazonía de Venezuela; sin embargo, las especies venezolanas de *Calliandra* con políadas apendiculadas suelen ser dispersas en su distribución geográfica (Leython 2010) con predominio en ambientes boscosos de tierras bajas. Asimismo, se han registrado políadas apendiculadas y no apendiculadas para especies de *Calliandra* de Bahía, Brasil (Santos & Romão 2008).

Con relación a los poros anulados de granos de polen individuales, frecuentemente son circulares (por ejemplo, *C. falcata*). La presencia de un anillo que

rodea la región abierta ha sido registrada en algunas de las especies de *Calliandra* de Venezuela (Rull 2003), como también en las estudiadas por Santos & Romão (2006) para las especies de *Calliandra* de Bahía, Brasil.

De acuerdo con los resultados de esta evaluación, las políadas con apéndice o sin él, los granos apicales con poros o sin ellos, los granos apendiculados o los apéndices aportan información taxonómica relevante al considerar y comparar las especies en conjunto y no de manera aislada o individual y también, como mencionan Santos & Romão (2008), tales caracteres juegan un rol importante en la transferencia de la políada desde la antera al polinizador. De acuerdo con Teppner (2007), un fluido viscoso derivado del tapete es depositado en el grano apical (o en el apéndice en los granos apendiculados), que en la antesis asume un rol en la polinización. Esto también ha sido visto en algunas especies de *Calliandra*, que no han sido sometidas al proceso de acetólisis, que tienen un pequeño depósito de sustancia adhesiva “pollenkitt” en el grano apical de la políada, por ejemplo en *C. angustifolia* (Prenner & Teppner 2005), *C. erythrocephala* y *C. physocalyx* (Hernández & Souza 1988).

Desde el punto de vista taxonómico el amplio uso de las características del polen ha sido previamente demostrado en la asignación de grupos infragenéricos de especies de *Calliandra* (Sorsa 1969; Guinet 1981; Guinet & Hernandez 1989). Las características del polen, también han sido de valor en la delimitación genérica dentro de la tribu Ingeae (Caccaravi 2002). En el presente estudio el grupo de especies que se examinó, en general, presenta morfología del polen que apoya las relaciones infragenéricas establecidas previamente mediante el uso de otros micro caracteres morfológicos tales como la ultraestructura de polen y macro caracteres entre los que destaca la morfología foliar y floral, entre otros.

Las 13 especies incluidas en el presente estudio se ubican en dos secciones de las cinco que conforman el amplio género *Calliandra*: sección *Androcallis* Barneby (10 de 80 especies) y sección *Calliandra* Barneby (tres de 50 especies). Gran parte de las especies del género *Calliandra* son reconocidas por la forma de la políada, bien sea políadas apendiculadas o no apendiculadas. En este estudio, las políadas apendiculadas están presentes únicamente en la sección *Androcallis*, donde igualmente coexisten políadas no apendiculadas. Las especies incluidas en la sección *Calliandra* tienen políadas no apendiculadas. La presencia o ausencia del apéndice en el grano agudo de la políada tiene importancia taxonómica a nivel infragenérico.

CONCLUSIONES

El análisis morfológico del polen de las especies de *Calliandra* estudiadas permitió identificar caracteres de valor taxonómico, entre ellos el tamaño de las políadas y la forma y tamaño del grano apical, el tamaño de los granos centrales, la presencia o ausencia de poros anulados en granos periféricos y en el ápice del grano apical. Estos fueron los caracteres discriminantes que permitieron separar

las especies, mostrando que los mismos tienen importancia taxonómica.

Asimismo, fue posible confirmar su valor en estudios mencionados por otros autores y ha hecho factible reconocer dos grupos bien definidos en las especies venezolanas. En este sentido, estos caracteres permiten la identificación de las especies de *Calliandra* y podrían contribuir con una posible redefinición de algunos de los grupos del género (secciones y series) reconocidos por Barneby, una vez que se analice el polen de todas las especies del mismo. Adicionalmente, sería muy interesante el estudio de polen fresco de más especies de *Calliandra*, para explorar con más detalle el proceso de deposición de fluido viscoso en el grano apical de ambas políadas, apendiculadas y no apendiculadas.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar su gratitud a la Fundación Instituto Botánico de Venezuela por el financiamiento de esta investigación y facilitar el uso de equipos de laboratorio. Al CDCH de la UCV por el financiamiento parcial del estudio. A los curadores de los herbarios VEN, MY y MERC, quienes amablemente proporcionaron el material preservado. A la Lic. Giovannina Orsini (Facultad de Farmacia-UCV, Laboratorio de Farmacognosia) y la Profa. Gelvis Alvarado (UPEL-Caracas, Laboratorio del Departamento de Botánica) por su colaboración en el uso de los respectivos laboratorios para el procesamiento del material. A los doctores Fabián Michelangeli (NY), Francisco Dos Santos (UEFS), Valentí Rull (UAB), Günther Gerlach (M) y a la Dra. Viviana Barreda (MACN) por facilitar parte de la literatura empleada. A nuestros compañeros de campo, especialmente al Sr. Severo Romero.

BIBLIOGRAFÍA

- Barneby, R.C. 1998. Silk Tree, Guanacaste, Monkey's earring: A generic system for the synandrous Mimosaceae of the Americas, Part. III: *Calliandra*. *Mem. New York Bot. Gard.* 74(3): 1-223.
- Buril, M., F. Dos Santos & M. Alves. 2010. Diversidade polínica das Mimosoideae (Leguminosae) ocorrentes em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 24(1): 53-64.
- Caccavari, M. 2002. Pollen morphology and structure of tropical and subtropical American genera of the *Piptadenia* group (Leguminosae: Mimosoideae). *Grana* 41: 130-141.
- Caccavari, M. & V. Barreda. 2000. A new calymmate Mimosoideae polyad from the Miocene of Argentina. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 109:197-203.
- Cárdenas, L., H. Rodríguez, G. De Martino, P. Torrecilla & L. Rico. 2008. Mimosaceae. In: Hokche, O., P., Berry & O. Huber (eds.). *Nuevo Catálogo de la Flora Vasculare de Venezuela*, pp. 491-503. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Caracas.

- Erdtman, G. 1969. The acetolysis method. A revised description. *Sv. Bot. Tidskr.* 39: 561-564.
- Guinet, P. 1965. Étude des caractères du pollen dans le genre *Calliandra* (Mimosaceae). *Pollen et Spores* 7(2): 157-173.
- Guinet, P. 1969. Les Mimosacées: Etude de palynologie fondamentale corrélations evolution. *Trav. Sect. Sci. et Techn. Inst. Français Pondichery* 9: 1-293.
- Guinet, P. 1981. Mimosoideae: The characters of their pollen grains. In: Polhill, R. & P. Raven (eds.). *Advances in Legume Systematics* 2, pp. 835-855. Royal Botanical Gardens, Kew.
- Guinet, P. & H. Hernández. 1989. Pollen characters in the genera *Zapoteca* and *Calliandra* (Leguminosae, Mimosoideae), their systematic and phylogenetic relevance. *Pollen et Spores* 31(1-2): 5-22.
- Guinet, P. & I. Ferguson. 1989. Structure, evolution and biology of pollen in the Leguminosae. In: Stirton, C.H. & J.L. Zarucchi (eds.). *Advances in legume biology. Syst. Bot. Monogr.* 29: 77-103. Missouri Botanical Garden, Missouri.
- Hernández, H.M. 1986. *Zapoteca*: a new genus of Neotropical Mimosoideae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 73: 755-763.
- Hernández, H.M. & M. Sousa. 1988. Two new species of *Calliandra* (Leguminosae: Mimosoideae) from Southern Mexico. *Syst. Bot.* 13: 519-524.
- Hoc, P. 1989. *Calliandra* (Leguminosae, Mimosoideae) en la Argentina. Estudio de Polen. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 26 (1-2): 23-33.
- Lewis, G. & L. Rico Arce. 2005. Tribe Ingeae. In: Lewis, G., L. Rico Arce, B. Schrire, B. Mackinder & M. Lock (eds.). *Legumes of the World*. Royal Botanic Garden, Kew.
- Leython, S. 2010. Estudio morfológico de semillas del género *Calliandra* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae) de Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 33(1): 41-65.
- Macqueen, D. & H. Hernández. 1997. A revision of *Calliandra* series *Racemosae* (Leguminosae: Mimosoideae). *Kew Bull.* 52: 1-50.
- Marchant, R., R. Almeida, H. Behling, J.C. Berrio, M. Busch, A. Cleef, J. Duijvenvoorden, M. Kappelle, P. De Oliveira, A.T. Oliveira Filho, S. Lozano-Garcia, H. Hooghiemstra, M. Ledru, B. Ludlow-Wiechers, V. Markgraf, V. Mancini, M. Paez, A. Prieto, O. Rangel & M. Salgado-Labouriau. 2002. Distribution and ecology of parent taxa of pollen lodged within the Latin American pollen database. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 121: 1-75.
- Miller, J., J. Grimes, D. Murphy, R. Bayer & P. Ladiges. 2003. A phylogenetic analysis of the Acacieae and Ingeae (Mimosoideae: Fabaceae) based on trnK, matK, psbA-trnH, and trnL/trnF sequence data. *Syst. Bot.* 28: 558-566.

- Niezgoda, C., S. Feuer & L. Nevling. 1983. Pollen ultrastructure of the tribe Ingeae (Mimosoideae –Leguminosae). *Amer. J. Bot.* 70: 650-667.
- Prenner, G. & H. Teppner. 2005. Anther development, pollen presentation and pollen adhesive of parenchymatous origin in *Calliandra angustifolia* (Leguminosae-Mimosaceae-Ingeae). *Phyton* 45: 267-286.
- Punt, W., S. Hoen, S. Blackmore, S. Nilsson & A. Le Thomas. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 143: 1-81.
- Rosanoff, S. 1865. Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklungsgeschichte des Pollens der Mimoseae. *Jahrb. Wiss. Bot.* 4: 441-450.
- Rull, V. 2003. An illustrated key for the identification of pollen from Pantepui and the Gran Sabana (Eastern Venezuelan Guayana). *Palynology* 27: 99-133.
- Santos, F. & O. Romão. 2008. Pollen morphology of some species of *Calliandra* Benth. (Leguminosae–Mimosoideae) from Bahia, Brazil. *Grana* 47: 101-116.
- Sorsa, P. 1969. Pollen morphological studies on Mimosaceae. *Ann. Bot. Fenn.* 6: 1-34.
- Taisma, M.A. 2007. Morfometría de unidades de inflorescencia, flores y políades en especies de la tribu Ingeae (Mimosoideae). *Acta Bot. Venez.* 30(1): 227-247.
- Teppner, H. 2007. Anther opening, polyad presentation, pollenkitt and pollen adhesive in four *Calliandra* species (Mimosaceae–Ingeae). *Phyton* 47: 291-320.
- Thulin, M., P. Guinet & A. Hunde. 1981. *Calliandra* (Leguminosae) in Continental Africa. *Nordic. J. Bot.* 1: 27-34.
- Van Campo, M. & P. Guinet. 1961. Les pollen composés. L'exemple des Mimosacées. *Pollen et Spores* 8: 201-218.
- Villiers, J. 2002. Tribe Ingeae. In: Du Puy, D.J., J-N. Labat, R. Rabevohitra, J-F. Villiers, J. Bosser & J. Moat (eds.). *The Leguminosae of Madagascar*, pp. 243-288. Royal Botanic Gardens, Kew.

