

## ESTUDIO PALINOLÓGICO DE LOS GÉNEROS HYPTIS Y SALVIA (LAMIACEAE) EN EL PARQUE NACIONAL “EL AVILA”, VENEZUELA

*Giovannina Orsini<sup>1</sup>, Milagro Rinaldi<sup>2</sup> y Dilia Velázquez<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Herbario V.M. Ovalles (MYF), Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela, Apartado 40.109, Caracas 1.040-A, orsinig@camelot.rect.ucv.ve

<sup>2</sup>Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Centro de Ecología, Apartado 21827, Caracas 1.020-A, Venezuela. <sup>3</sup>Universidad Simón Bolívar, Departamento de Biología de Organismos, Sartenejas, Baruta, Apartado 89.000, Caracas 1.080-A, Venezuela.

### COMPENDIO

Se analiza la morfología del polen de doce especies y tres variedades de **Hyptis** y **Salvia** (Nepetoideae: Lamiaceae), como una contribución a la flora palinológica de Venezuela y a la sistemática de esta familia. Los granos de polen, luego de acetolizados, fueron medidos y fotografiados en un microscopio óptico. Los granos no acetolizados fueron cubiertos con Au/Pd y posteriormente observados y fotografiados en un microscopio electrónico de barrido (MEB). El polen de las especies estudiadas puede ser agrupado en dos tipos que permiten identificar ambos géneros: el “tipo a” con colpos equidistantes (**Hyptis**) y el “tipo b” con colpos no equidistantes (**Salvia**). Los granos son hexacolpados, encontrándose una variante de ocho colpos en **Hyptis vilis**. Se presentan claves con caracteres palinológicos cualitativos y cuantitativos que ayudan a la separación de los grupos estudiados. Adicionalmente, se destaca la presencia de un patrón de distribución de los colpos para el polen del género **Salvia**.

### ABSTRACT

The pollen morphology of 12 species and 3 varieties of the genera **Hyptis** and **Salvia** (Nepetoideae: Lamiaceae) were described as a contribution to the palynological flora of Venezuela and to the systematics of the family. Acetolyzed grains were measured and photographed using a light microscope. Non acetolyzed grains were coated with an Au/Pd film and then analyzed

under a scanning electronic microscope (SEM). The pollen of the taxa studied may be grouped into two types allowing separation of the two genera: “type a” with equidistant colpi (**Hyptis**) and “type b” with non-equidistant colpi (**Salvia**). All the pollen grains observed are hexacolpate, except for an octocolpate variant in **Hyptis vilis**. Keys using quantitative and qualitative characters are presented as an aid to identify the different pollen types studied. Additionally, the presence of a distribution pattern of colpi in pollen grains of **Salvia** is emphasized.

#### PALABRAS CLAVE

Lamiaceae, Nepetoideae, polen, Cordillera de la Costa, Venezuela.

#### KEY WORDS

Lamiaceae, Nepetoideae, pollen, Coastal Cordillera, Venezuela.

#### INTRODUCCIÓN

Los géneros **Hyptis** y **Salvia** son los principales representantes de la familia Lamiaceae en Venezuela y Sur América, considerando su distribución geográfica y número de especies, tal como puede observarse en las Figs. 1 y 2 (Velázquez 1997). Los ambientes en los cuales crecen las especies de estos dos géneros a lo largo del país se encuentran representados, en menor extensión, en el Parque Nacional “El Avila” (Steyermark y Huber 1978, Orsini 1995), de manera que especies de **Salvia** que crecen en los Andes se encuentran también en el subpáramo o bosque nublado en “El Avila”; de la misma manera, especies de **Hyptis** que crecen en sabanas abiertas de los llanos venezolanos están presentes en sabanas y bosques secundarios de “El Avila”.

De acuerdo con la clasificación propuesta por Cantino y Sanders (1986), ambos géneros pertenecen a la subfamilia Nepetoideae, estando **Hyptis** dentro de la tribu Ocimeae, subtribu Hyptidinae y **Salvia** dentro de la tribu Mentheae.

La morfología del polen ha jugado un papel importante en la interpretación de las relaciones taxonómicas dentro de la familia Lamiaceae y sus parientes cercanas de la familia Verbenaceae (Raj 1983, Abu-Asab y Cantino 1992, 1993, 1994, Cantino 1992, Chadwell *et al.* 1992, Orsini *et al.* 1996, Velázquez y Orsini 1997).

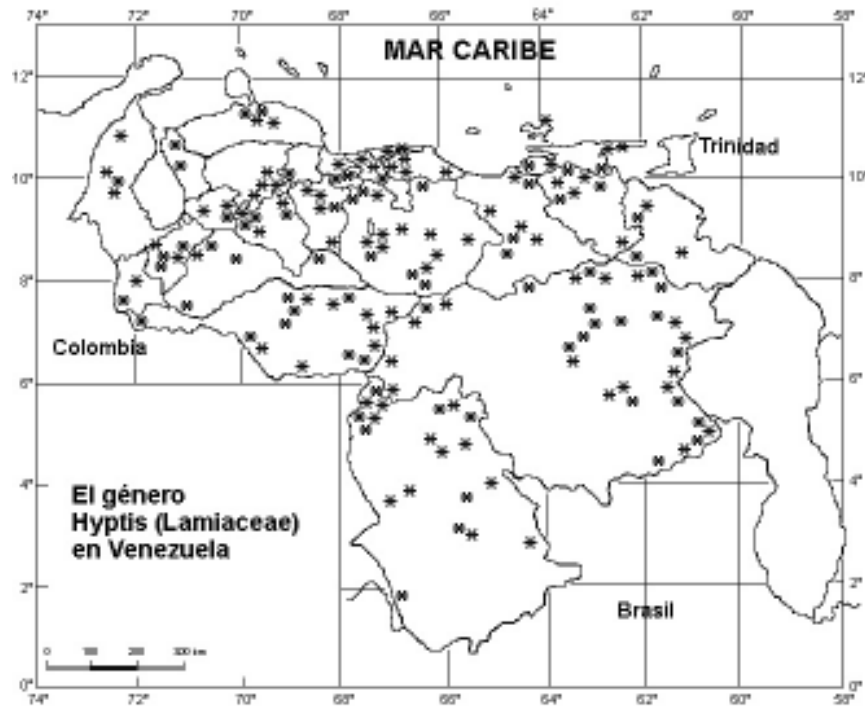


Fig. 1. Distribución del género **Hyptis** en Venezuela (cada asterisco representa la localidad donde ha sido observada una especie del género, de acuerdo a los registros de herbario; mapa base cortesía de Roger Pérez).

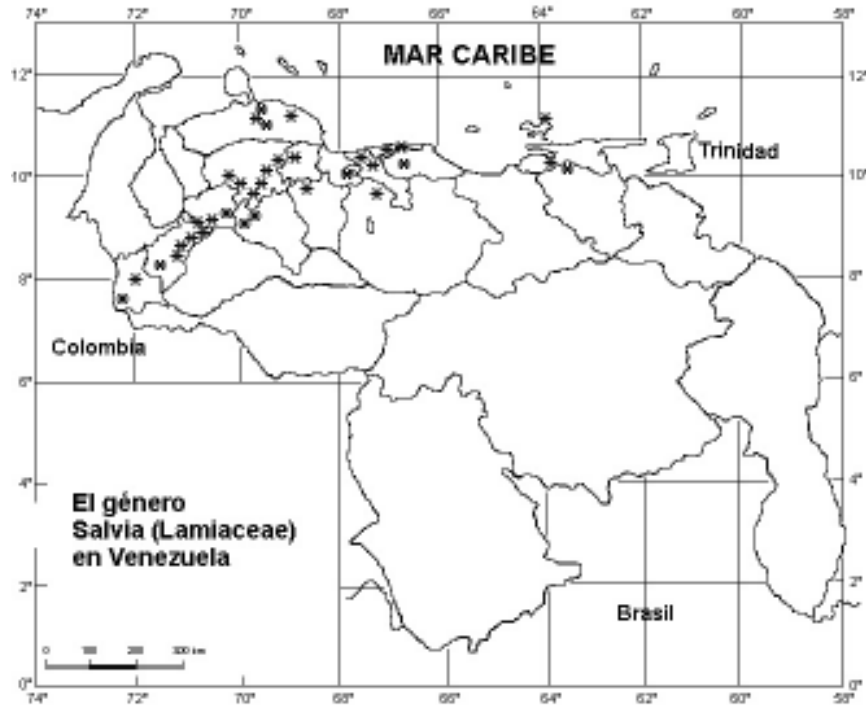


Fig. 2. Distribución del género *Salvia* en Venezuela (cada asterisco representa la localidad donde ha sido observada una especie del género, de acuerdo a los registros de herbario; mapa base cortesía de Roger Pérez).

Salgado-Labouriau (1973) define dos tipos polínicos sobre la base de la disposición de los colpos para las labiadas presentes en Los Cerrados (Brasil): el **tipo Hyptis** con colpos equidistantes y el **tipo Salvia** con colpos no equidistantes; adicionalmente, menciona la elasticidad de la exina de los granos de esta familia y la presencia de dimorfismo dentro de una misma especie de **Hyptis**. Rudall (1980) trabajando en la subtribu Hyptidinae, define tres tipos de polen sobre la base de la forma, tamaño y número de perforaciones de un “retículo complejo”, concluyendo que la morfología del polen tiene aplicación taxonómica limitada en este grupo. Trudel y Morton (1991) señalan que la morfología del polen proporciona la base para la separación de las labiadas en subfamilias, tal como propuso Erdtman desde sus primeros trabajos (1945, 1971). Adicionalmente, indican que por debajo de este nivel taxonómico es distinguible sólo la tribu Ajugeae, mientras que a nivel genérico son claramente distinguibles **Teucrium**, **Salvia** y otros géneros no presentes en Venezuela. A nivel específico, la morfología del polen resulta de particular importancia dentro de **Hyptis**, **Salvia**, **Stachys** y **Teucrium**, entre otros.

Existen otros estudios que señalan la importancia de la morfología del polen en la delimitación de la tribu Mentheae, la cual se ha presentado hasta ahora como unidad filogenética (Wagstaff 1992, Orsini *et al.* 1996). A diferencia de lo anterior, Sebsebe y Harley (1992) resaltan la inconveniencia de considerar la forma del grano de polen como carácter taxonómico en **Stachys** debido a las diferencias de expansión encontradas en éstos.

Cabe destacar que la morfología del polen debe ser usada con cautela para tratamientos taxonómicos, puesto que su valor diagnóstico es diferente para cada grupo y a cada nivel jerárquico; sin embargo, no es discutible su importancia debido al desconocimiento de la flora palinológica de nuestro país.

En vista de lo señalado se presenta la descripción de la morfología del polen de especies de **Hyptis** y **Salvia**, como una contribución a la flora palinológica y a la sistemática de la familia Lamiaceae en Venezuela. Las descripciones están acompañadas de ilustraciones y claves que permiten la identificación de los grupos estudiados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### AREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional “El Avila” es una región bastante representativa de las diferentes formaciones vegetales existentes en el país, encontrándose en un

área relativamente pequeña biomas tan diversos como: bosque xerofítico, bosque tropófilo, bosque nublado, sabana montana y matorral andino o subpáramo (Steyermark y Huber 1978). Esta es una zona montañosa ubicada en el tramo central del cordón litoral del sistema montañoso del caribe (Cordillera de la Costa), formando parte del Distrito Capital y de los estados Vargas y Miranda (Fig. 3).

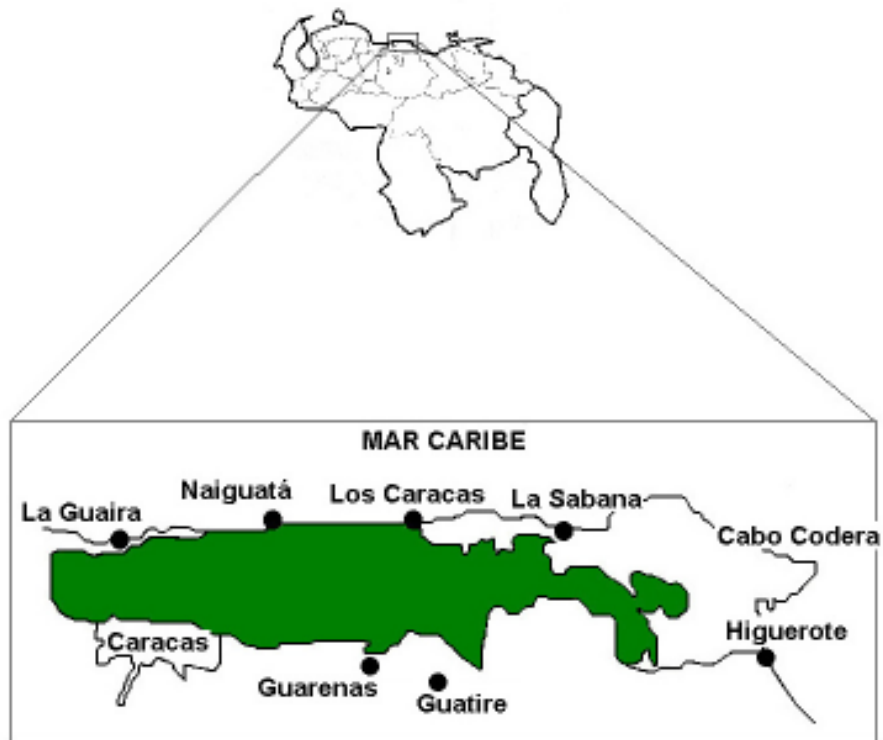


Fig. 3. Área de Estudio: situación relativa del Parque Nacional “El Avila” (región oscura de la figura).

## ESPECIES ESTUDIADAS

Se analizaron las especies de **Hyptis** y **Salvia** presentes en el Parque Nacional “El Avila” según Steyermark y Huber (1978) y/o colecciones de la zona depositadas en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN).

1. **Hyptis brachiata** Briq., Ann. Conserv. y Jard. Bot. Geneve 215. 1898.

Amazonas: Dpto. Atures, 13 km N de Puerto Ayacucho, 85-130 m s.n.m., 6-VII-1978, Huber 2119; Dpto. Atures, entre cerros al N de laguna Maguari, Valle del Alto Parucito, 300 m s.n.m., 9-X-1979, Huber 4585. Carabobo: Dpto. Guacara, Vigirima, Piedras Pintadas (zona de petroglifos), 500 m s.n.m., 20-XI-1988, Delascio y Díaz 13817.

2. **Hyptis lantanifolia** Poit., Ann. Mus. Par. 7: 468, t. 29, f. 1. 1806.

Amazonas: Guapuchana, Río Orinoco, Orilla izq. 20 km, 4-V-1971, Foldats 225-A. Distrito Federal: P.N. El Avila, Vía Maripérez, Papelón, Qbda. Avila, 1700 m s.n.m., 25-VII-1971, Morillo y Manara 1459; P.N. El Avila, Altamira-Los P.Grandes, por Qbdas. Quintero y Los Palos Grandes, 1800 m s.n.m., 17-X-1971, Morillo y Manara 1567. Zulia: Dpto. Maracaibo, Sierra de Perija (N), El Paramito, San José de los Altos, 10-VII-1975, Zambrano 242.

3. **Hyptis mutabilis** (Rich.) Briq., Bull. Herb. Boiss. 4: 788. 1896.

3a. **Hyptis mutabilis** var. **mutabilis**

Bolívar: Dpto. Cedeño, 35 km SO de Caicara del Orinoco, 300 m s.n.m., 3-IX-1985, Steyermark, Holst y Manara 131268; E del Cerro Coroba, 420 m s.n.m., 25-X-1954, Wurdack y Guppy 201. Distrito Federal: P.N. El Avila, Quebrada Chacaíto, 1600 m s.n.m., 30-I-1976, Manara s.n. VEN 113365.

3b. **Hyptis mutabilis** var. **canescens** (Kunth) Briq., Bull. Herb. Boiss. 4: 788. 1896.

Distrito Federal: P.N. El Avila, Entre Qbdas. Quintero y Pajaritos, 1600 m s.n.m., 25-IX-1976, Manara s.n. VEN 115442. Miranda: La Cortada, Carretera a Guatire, cerca de Petare, XI-1923, Pittier s.n. VEN 12950.

3c. **Hyptis mutabilis** var. **spicata** (Poit.) Briq., Bull. Herb. Boiss. 4: 788. 1896.

Distrito Federal: P.N. El Avila, entre Cotiza y Los Venados, 1400 m s.n.m., X-1924, Allart 68. Miranda: arriba de Los Teques, 1400 m s.n.m., XI-1923, Pittier 11238.

4. **Hyptis pectinata** (L.) Poit., Ann. Mus. Par. 7: 474, t. 30. 1806.

Aragua: Maracay, s.f., Vogl 897; Distrito Federal: P.N. El Avila, Camino Los Castillitos-El Rincón, NO de Caracas, 1200 m s.n.m., 22-II-1971, Morillo y Manara 323.

5. **Hyptis umbrosa** Salzm. ex Benth., Lab. Gen. et Sp. 125. 1833.

Distrito Federal: Colinas de Barrancas, 24-XI-1940, Tamayo 1471; P.N. El Avila, Qbda. Chacaíto, 1100 m s.n.m., 28-II-1976, Manara s.n. VEN 113373.

6. **Hyptis vilis** Kunth & Bouché, Ind. Sem. Hort. Berol. 13. 1848.

Aragua: Colonia Tovar, XII-1924, Allart 450. Distrito Federal: Puerto Cruz, 1928, Holt 33. Lara: P.N. Yacambú, 16-II-1967, Smith V1295; P.N. Yacambú, Qbda. debajo de la comandancia El Blanquito, SE Qbda. Negra, 1450 m s.n.m., 29-XII-1973, Steyermark y Carreño 108819. Miranda: entre Las Canales y El Encanto, XI-1942, Lasser 667; Alrededores de Río Chico, 3-IV-1944, Fernández 395.

7. **Salvia angulata** Benth., Lab. Gen. et Sp. 721. 1833.

Distrito Federal: P.N. El Avila, pie de la Qbda. Anauco, cerca de Caracas, 900 m s.n.m., VII-1921, Pittier 9614.

8. **Salvia axilliflora** Epling, Repert. Sp. Nov. Beih. 85 (1): 33. 1935.

Distrito Federal: P.N. El Avila, Sanchorquí, arriba de Caracas, 1400 m s.n.m., 24-I-1921, Pittier 9176; P.N. El Avila, Vuelta del Perol, 1600 m s.n.m., 11-IX-1976.

9. **Salvia coccinea** Buchoz ex Etlinger, Comm. **Salvia**: 23. 1777.

Distrito Federal: P.N. El Avila (Vertiente Norte), Río Grande, 1000 m s.n.m., 10-IV-1976, Manara s.n. VEN 113207. Sucre: cabeceras del Río Manzanares, a lo largo de la autopista Cumanacoa-Cocollar, 780-810 m s.n.m., 28-IV-1945, Steyermark 62409.

10. **Salvia occidentalis** Sw., Prodr. 14. 1788. [Flor. Ind. Occid. 1: 43. 1797.]

Distrito Federal: P.N. El Avila, Qbda. Quintero, entre Los Palos Grandes y Altamira, 1100 m s.n.m., 30-XII-1975, Manara s.n. VEN 113399. Miranda: Santa Lucía, a lo largo del Río Guaire, 150-200 m s.n.m., 6-III-1943, Killip y Tamayo 37013. Monagas: Dtto. Caripe, Finca La Elvira, 1030 m s.n.m., 4-III-1975, Mejías y Lárez 174.



11. **Salvia rubescens** Kunth, Nov. Gen. et Sp. 301, t. 154. 1817.

Mérida: Entre La Cumbre, San Jose y Mucutuy, 2590 m s.n.m., 3-V-1944, Steyermark 56259; Mucurubá, 21-IV-1946, Burkart y Tamayo 16764; Dtto. Arzobispo Chachón, El Mortiño, entre el Páramo de Las Coloradas y El Molino, 2150 m s.n.m., 18-VI-1974, López Figueiras y Rodríguez 9055.

12. **Salvia tiliifolia** Vahl, Symb. Bot. 3: 7. 1794.

Distrito Federal: Cerca de Agua Negra, 1600 m s.n.m., 28-IX-1936, Pittier 13735; P.N. El Avila, Los Venados de Galipán, 27-VIII-1922, Pittier 10462; P.N. El Avila, Los Venados de Galipán, VIII-1937, Vogl 21.

#### OBSERVACIÓN, ANÁLISIS Y ABREVIATURAS

Las muestras para el análisis al microscopio óptico (MO) o de luz fueron acetolizadas empleando el procedimiento de Erdtman (1945, 1971) sin modificación. Se realizó un registro gráfico de los granos de polen con cámara clara según Orsini y Casale (1996). La forma del grano se determinó mediante la relación P/E (cociente entre eje polar y eje ecuatorial) – forma, según Walker y Doyle (1975). Las medidas se realizaron en un total de sesenta granos acetolizados por especie: treinta en vista polar y treinta en vista ecuatorial, entre los siete y catorce días después del montaje. Para cada especie se evaluaron siete variables: grosor de la exina (GrEx), diámetro mayor o eje ecuatorial en vista polar (Evp), largo del colpo (LC) y ancho del colpo (AC), ancho del mesocolpio (AMC), eje polar (P) y eje ecuatorial en vista ecuatorial (E); adicionalmente se describió el ámbito (AMB) o forma del grano en vista polar. Con la finalidad de dar una idea de dimensionalidad en las descripciones se expresó el tamaño del grano como P x E y el tamaño del colpo como LC x AC, de acuerdo con el formato usado por Salgado-Labouriau (1973) y Pruesapan y Van der Ham (2005).

Los estudios cuantitativos suelen culminarse con la elaboración de gráficos que permitan observar la separación estadísticamente significativa de los grupos. Esto se llevó a cabo para todas las variables estudiadas a través de una prueba de t. Se graficaron los intervalos de confianza al 95% y al 99% en aquellos casos en los cuales los datos presentaron una distribución normal. En caso contrario, se graficaron las medias y desviaciones estándar, dado que cuando los datos no presentan una distribución normal, los métodos tradicionales para la determinación de los intervalos de confianza no son aplicables (Simpson *et al.* 1960).

Para la observación al microscopio electrónico de barrido (MEB), los granos no acetolizados se cubrieron con oro/paladio (Au/Pd) en relación 9:1, hasta un espesor aproximado de 15 nm, empleando un ionizador BALZERS SCD030. Dichas observaciones se realizaron en un MEB PHILLIPS S505, a 20-25 kV.

#### DESCRIPCIONES

En la descripción del polen de la familia Lamiaceae es conveniente destacar la diferencia entre un retículo simple y un retículo complejo (birretículo *sensu* Harley 1992). Un retículo se define como un patrón tipo red, cuyas aristas (*muri*) encierran espacios de diferente tamaño y forma (*lumina*); en aquellos casos en que el *lumen* es menor a 1  $\mu\text{m}$  se le denomina microrretículo (Punt *et al.* 1994). El retículo simple es una red única donde cada *lumen* puede ser perforado (en granos semitectados) o no (en granos tectados); en este último caso, la reticulación es suprategal. Cuando cada *lumen* presenta más de una perforación se forma un segundo retículo o retículo secundario, llamándose entonces retículo complejo o birretículo. Los *muri* del retículo principal son, en la mayoría de los casos, suprategales, por lo cual se observan de mayor altura que los *muri* del retículo secundario.

Por otra parte, las membranas de los colpos son las porciones generalmente frágiles de nexina que forman la base de las aberturas, pueden llamarse márgenes cuando se distinguen del resto de la abertura por la ornamentación o el color (Salgado-Labouriau 1973); cuando éstas están cubiertas por una porción diferenciada de sexina o ectexina, se dice que hay presencia de opérculo (Punt *et al.* 1994).

Tradicionalmente se ha hecho hincapié en el número de aberturas, estructura y ornamentación de la exina, forma y tamaño del grano y ancho de los mesocolpos. Es conveniente destacar que las observaciones cualitativas de granos no acetolizados al MEB complementan el análisis cuantitativo de granos acetolizados y observados al MO; las diferencias en el tratamiento para ambos tipos de observaciones, hacen que las medidas de los dos métodos no sean comparables.

La terminología palinológica de este trabajo está basada en Punt *et al.* (1994) y Saenz (1978) para términos en español.

## RESULTADOS

### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL POLEN DE LA FAMILIA LAMIACEAE

El polen de la familia Lamiaceae presenta granos tricolpados y hexacolpados, variando en forma desde oblato a prolato y en tamaño desde 25 a 60  $\mu\text{m}$ . Se sabe de casos excepcionales de ocho colpos en **Hyptis lanceolata** (Rudall 1980), **Hyptis vilis** (en este trabajo), **Salvia leucantha** (Gupta y Sharma 1990) y **Salvia coccinea** (Trudel y Morton 1991). La exina es generalmente reticulada aunque es frecuente encontrar otros tipos de ornamentación y estructura.

El polen del género **Salvia** presenta de manera constante los dos mesocolpios terminales de mayor tamaño que los laterales (Fig. 9, tabla 3); esta característica ha sido observada por varios investigadores (Salgado-Labouriau 1973, Trudel y Morton 1991, entre otros) pero nunca ha sido cuantificada, razón por la cual se incluye en este trabajo el patrón de distribución de los colpos en **Salvia** o factor mesocolpio (FMC) como un carácter adicional para la descripción del polen del género.

### DESCRIPCIÓN DEL POLEN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Los datos correspondientes a forma, ámbito, tamaño y relación P/E se encuentran resumidos en la tabla 1. Todas las especies presentan seis (6) colpos, a excepción de **Hyptis vilis**, que puede presentar seis (6), siete (7) u ocho (8) colpos en granos de una misma flor; por esta razón, tanto en las tablas como en los gráficos se consideran por separado los granos 6-colpados ("6C", "HVILL6") de los 8-colpados ("8C", "HVILL8"). En la tabla 2 se resumen las características correspondientes a las aberturas, tales como: tamaño, equidistancia entre ellas, ancho del mesocolpio y presencia de opérculo. Se incluyen gráficos estadísticos sólo para las variables P y E (Fig. 4), por resultar útiles para la separación de algunas especies. En la tabla 3 se encuentran las diferencias en los anchos de mesocolpio del género **Salvia** y el factor mesocolpio correspondiente (FMC). Las características de la exina se incluyen a continuación.

Tabla 1. Tamaño, AMB, relación P/E y forma de los granos. O: oblató, SO: suboblató, OE: oblató-esferoidal, PE: prolato-esferoidal, SP: subprolato, P: prolato. Todas las medidas están en  $\mu\text{m}$  (micrómetros).

Especie	Forma	AMB	Tamaño del grano P x E ( $\mu\text{m}$ )	P/E
<b>Hyptis brachiata</b>	SO	Elíptico	30,46 x 37,25	0,82
<b>Hyptis lantanifolia</b>	SO/PE/OE	Elíptico	25,04 x 30,60	0,82
<b>Hyptis mutabilis</b> var. <b>mutabilis</b>	OE	Circular-elíptico	30,13 x 33,30	0,90
<b>Hyptis mutabilis</b> var. <b>canescens</b>	PE	Elíptico	31,77 x 30,65	1,03
<b>Hyptis mutabilis</b> var. <b>spicata</b>	PE	Elíptico	30,09 x 28,04	1,07
<b>Hyptis pectinata</b>	PE	Elíptico	31,40 x 30,96	1,01
<b>Hyptis umbrosa</b>	OE	Circular-elíptico	32,22 x 32,93	0,98
<b>Hyptis vilis</b> (6C)	SO	Elíptico	27,50 x 36,13	0,76
<b>Hyptis vilis</b> (8C)	SO/ arriñonado en vista ecuatorial	Elíptico- rectangular	30,25 x 34,71	0,87
<b>Salvia angulata</b>	OE	Elíptico	28,29 x 29,40	0,96
<b>Salvia axilliflora</b>	OE	Elíptico	28,94 x 31,86	0,91
<b>Salvia coccinea</b>	O	Elíptico- rectangular	42,63 x 62,08	0,69
<b>Salvia occidentalis</b>	O	Elíptico- rectangular	23,20 x 36,29	0,64
<b>Salvia rubescens</b>	PE	Elíptico	38,82 x 38,08	1,03
<b>Salvia tiliifolia</b>	OE	Elíptico	29,88 x 31,83	0,94

Tabla 2. Características de las aberturas: tamaño, equidistancia de los colpos, ancho del mesocolpio (AMC) y opérculo. Los valores entre paréntesis en **H. vilis** provienen de granos 8-colpados.

Especie	Tamaño del colpo LC x AC ( $\mu\text{m}$ )	Equidistancia	AMC ( $\mu\text{m}$ )		Opérculo
			AMC <sub>1</sub>	AMC <sub>2</sub>	
<b>Hyptis brachiata</b>	20,04 x 5,00	equidistantes	11,31		ausente
<b>Hyptis lantanifolia</b>	16,99 x 4,58	equidistantes	8,63		ausente
<b>Hyptis mutabilis</b> var. <b>mutabilis</b>	21,15 x 5,71	equidistantes	10,17		granulado
<b>Hyptis mutabilis</b> var. <b>canescens</b>	22,73 x 5,23	equidistantes	10,29		ausente
<b>Hyptis mutabilis</b> var. <b>spicata</b>	21,56 x 4,65	equidistantes	8,84		ausente
<b>Hyptis pectinata</b>	21,79 x 5,11	equidistantes	10,58		ausente
<b>Hyptis umbrosa</b>	20,60 x 5,58	equidistantes	10,86		granulado
<b>Hyptis vilis</b>	18,69 (19,94) x 4,02 (3,81)	equidistantes en los granos con 8C	10,00 (7,77)		ausente
<b>Salvia angulata</b>	20,77 x 4,25	no equidistantes	9,40	16,15	ausente
<b>Salvia axilliflora</b>	21,22 x 4,34	no equidistantes	9,27	16,99	ausente
<b>Salvia coccinea</b>	34,41 x 3,53	no equidistantes	17,85	29,36	ausente
<b>Salvia occidentalis</b>	15,82 x 4,20	no equidistantes	10,03	16,32	ausente
<b>Salvia rubescens</b>	28,41 x 4,63	no equidistantes	10,72	20,36	ausente
<b>Salvia tiliifolia</b>	21,34 x 3,19	no equidistantes	9,21	17,27	ausente

Tabla 3. Factor mesocolpio (FMC) en **Salvia**.

ESPECIE	AMC <sub>1</sub>	AMC <sub>2</sub>	FMC = AMC <sub>1</sub> /AMC <sub>2</sub>
<b>Salvia angulata</b>	9,40 $\pm$ 1,14	16,15 $\pm$ 1,46	0,58
<b>Salvia axilliflora</b>	9,24 $\pm$ 1,08	16,99 $\pm$ 1,37	0,54
<b>Salvia coccinea</b>	17,85 $\pm$ 1,81	29,36 $\pm$ 2,27	0,61
<b>Salvia occidentalis</b>	10,03 $\pm$ 0,94	16,32 $\pm$ 1,30	0,61
<b>Salvia rubescens</b>	10,72 $\pm$ 1,23	20,36 $\pm$ 1,61	0,53
<b>Salvia tiliifolia</b>	9,21 $\pm$ 1,30	17,27 $\pm$ 1,67	0,53

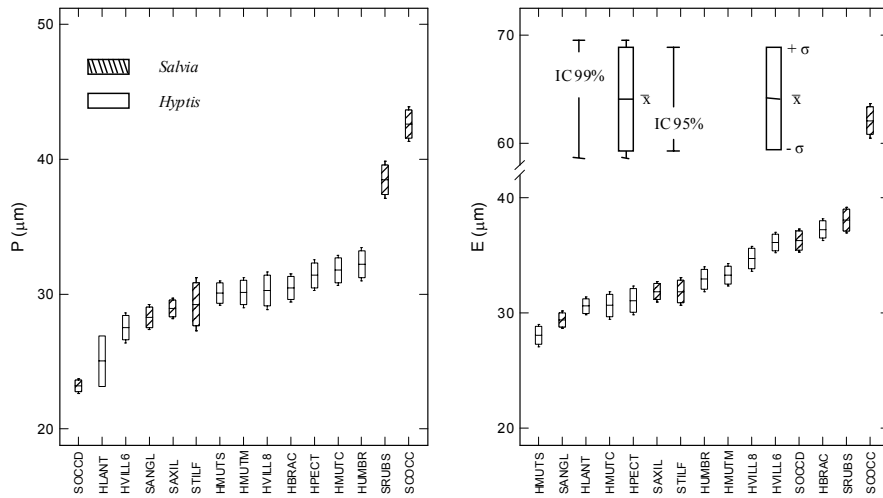


Fig. 4. Muestra de análisis estadístico para todas las especies: eje polar (P); eje ecuatorial (E)

1. **Hyptis brachiata** (Fig. 5. A–F)

Polen suboblato, elíptico en vista polar (30,46 x 37,25 μm, P/E = 0,82). Colpos equidistantes con membrana rugulado-granulada (Fig. 5: E) y opérculo no diferenciado. Exina semitectada, reticulada, de 2,67 μm, del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina un poco más gruesa que la nexina, disminuyendo abruptamente en los bordes de las aberturas. *Tectum* muy delgado, ondulado, casi inconspicuo; *columela* simple con elementos uniformemente distribuidos; *muri* anchos y agudos, hasta de 0,3 μm de ancho, de diferentes alturas dando apariencia de birretículo poco diferenciado, con pequeñas verrugas ocasionales; *lumina* redondeados o elípticos, 0,2–0,6 μm de diámetro, profundos.

2. **Hyptis lantanifolia** (Fig. 5. G–M)

Polen principalmente suboblato, pudiéndose encontrar granos prolato-esferoidales y oblato-esferoidales, elípticos en vista polar (25,04 x 30,6 μm, P/E = 0,82). Colpos equidistantes con membrana granulada (Fig. 5 L) y opérculo no diferenciado. Exina semitectada, reticulada, de 1,98 μm, ligeramente más gruesa en el centro del mesocolpio; sexina más gruesa que la nexina, interrumpiéndose abruptamente dejando un margen de nexina (Fig. 5 H, K). *Tectum* muy delgado, ondulado; *columela* simple con elementos uniformemente dis-

tribuidos; *muri* anchos y agudos, hasta de 0,3  $\mu\text{m}$  de ancho, de diferentes alturas: homogéneos en el apocolpio y aparentando un birretículo en el mesocolpio, a veces interrumpidos, lisos; *lumina* redondeados o elípticos, 03–07  $\mu\text{m}$  de diámetro, profundos, en algunos casos no completamente perforados, observándose el *tectum* delgado y hundido.

### 3. *Hyptis mutabilis* (Fig. 6. A–Q)

#### 3a. *Hyptis mutabilis* var. *mutabilis* (Fig. 6. A–G)

Polen oblato-esferoidal, circular-elíptico en vista polar (30,13 x 33,30  $\mu\text{m}$ , P/E = 0,90). Colpos equidistantes con membrana rugosa (Fig. 6 E) y opérculo granulado (Fig. 6 F). Exina semitectada, birreticulada, de 2,71  $\mu\text{m}$ , ligeramente engrosada en el centro del mesocolpio; sexina ligeramente más gruesa que la nexina, interrumpiéndose abruptamente dejando un margen de nexina (Fig. 6: B). *Tectum* muy delgado; *columela* simple con elementos uniformemente distribuidos; retículo ordenado en bandas longitudinales disminuyendo el tamaño del *lumen* hacia el margen del apocolpio; *muri* del retículo principal muy delgados, redondeados y muy bien definidos, hasta de 0,1  $\mu\text{m}$  de ancho, lisos; *lumina* redondeados o poligonales, 0,9–1,6  $\mu\text{m}$  de diámetro, poco profundos, con 6–12 (ó más) perforaciones por *lumen*; *muri* del retículo secundario de menor altura que los del retículo primario, planos, poco definidos, hasta de 0,1  $\mu\text{m}$  de ancho, lisos; perforaciones siempre menores de 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro.

#### 3b. *Hyptis mutabilis* var. *canescens* (Fig. 6. H–L)

Polen prolato-esferoidal, elíptico en vista polar (31,77 x 30,65  $\mu\text{m}$ , P/E = 1,03). Colpos equidistantes con membrana lisa (Fig. 6 K) y opérculo no diferenciado. Exina tectada, verrugosa-rugulada, de 2,65  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina ligeramente más gruesa que la nexina, interrumpiéndose en las aberturas dejando un margen de nexina (Fig. 6 H). *Tectum* muy delgado, *columela* inconspicua; verrugas hasta de 0,3  $\mu\text{m}$  de diámetro, distribuidas irregularmente.

#### 3c. *Hyptis mutabilis* var. *spicata* (Fig. 6. M–Q)

Polen prolato-esferoidal, elíptico en vista polar (30,09 x 28,04  $\mu\text{m}$ , P/E = 1,07). Colpos equidistantes con membrana lisa, inconspicua y opérculo no diferenciado. Exina semitectada, birreticulada, de 2,59  $\mu\text{m}$ , ligeramente engrosada en el centro del mesocolpio; sexina ligeramente más gruesa que la nexina, reduciéndose ocasionalmente dejando un margen de nexina (Fig. 6 M). *Tectum* bien diferenciado; *columela* simple con elementos bien distribuidos; retículo no ordenado, variando ligeramente hacia las aberturas y el apocolpio; *muri* del

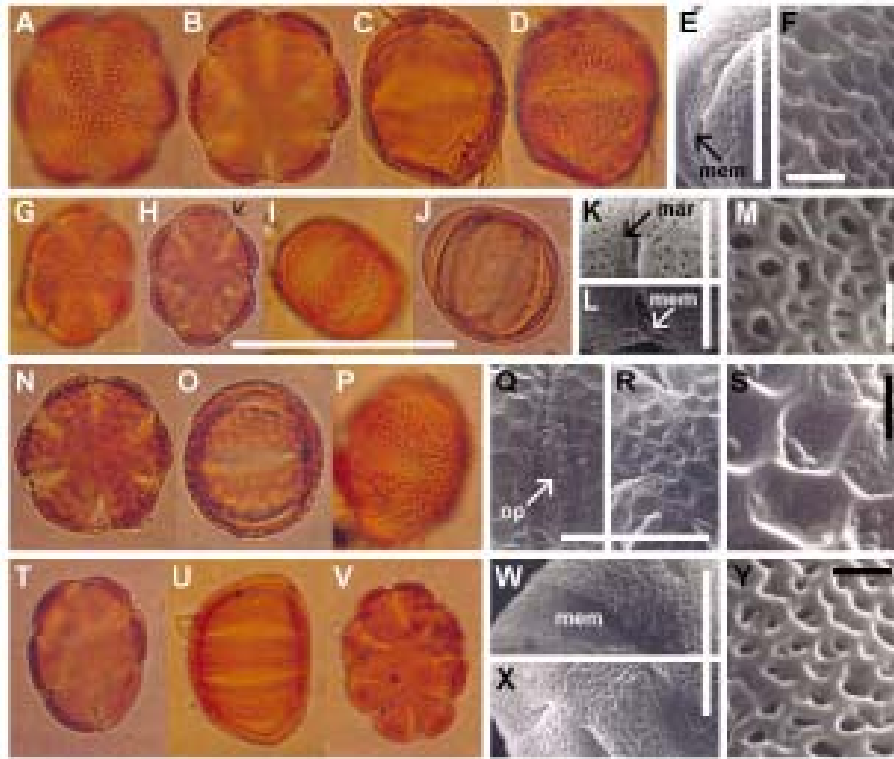


Fig. 5. Polen de **Hyptis**: A–F. **H. brachiata**: A. Vista polar en alto foco (MO); B. Vista polar en corte óptico (MO); C. Vista ecuatorial en corte óptico (MO); D. Vista ecuatorial en alto foco (MO); E. Detalle del colpo señalando la membrana (MEB); F. Detalle del mesocolpio (MEB). G–M. **H. lantanifolia**: G. Vista polar en alto foco (MO); H. Vista polar en corte óptico señalando el margen (MO); I. Vista ecuatorial en alto foco (MO); J. Vista ecuatorial en corte óptico (MO); K. Detalle del colpo en vista ecuatorial señalando el margen (MEB); L. Detalle del colpo en vista polar señalando la membrana (MEB); M. Detalle del mesocolpio (MEB). N–S. **H. umbrosa**: N. Vista polar en corte óptico (MO); O. Vista ecuatorial en corte óptico (MO); P. Vista subecuatorial en alto foco (MO); Q. Detalle del colpo señalando el opérculo (MEB); R. Detalle del apocolpio (MEB); S. Detalle del mesocolpio (MEB). T–Y. **H. vilis**: T. Vista polar en corte óptico, 6 colpos (MO); U. Vista ecuatorial en corte óptico, 6 colpos (MO); V. Vista polar en alto foco, 8 colpos (MO); W. Detalle del colpo mostrando la membrana (MEB); X. Detalle del apocolpio (MEB); Y. Detalle del mesocolpio (MEB). Escalas: barra grande: 50  $\mu\text{m}$  para todas las fotos al MO; barra mediana (MEB): 10  $\mu\text{m}$  (E,K,L,Q,R,W,X); barra pequeña (MEB): 1  $\mu\text{m}$  (F,M,S,Y). Las flechas señalan margen (mar), membrana (mem) u opérculo (op).



retículo principal gruesos, redondeados y muy bien definidos, hasta de 0,3  $\mu\text{m}$  de ancho, lisos; *lumina* redondeados o poligonales, 0,8–2,2  $\mu\text{m}$  de diámetro, poco profundos, con 8–40 (ó más) perforaciones por *lumen*; *muri* del retículo secundario de menor altura que los del retículo primario, delgados, bien definidos, no mayores de 0,05  $\mu\text{m}$  de grosor, lisos; perforaciones siempre menores de 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro.

#### 4. *Hyptis pectinata* (Fig. 6. R–V)

Polen prolato-esferoidal, elíptico en vista polar (31,40 x 30,96  $\mu\text{m}$ , P/E = 1,01). Colpos equidistantes con membrana lisa, inconspicua y opérculo no diferenciado. Exina tectada, suprarreticulada, de 2,64  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina ligeramente más gruesa que la nexina, interrumpiéndose ocasionalmente dejando un margen de nexina. *Tectum* delgado; *columela* simple, conspicua; retículo más laxo en los bordes de las aberturas y en el apocolpio; *muri* agudos, poco definidos, lisos; *lumina* poligonales, 1,0–2,0  $\mu\text{m}$  de diámetro, muy poco profundos; sin perforaciones.

#### 5. *Hyptis umbrosa* (Fig. 5. N–S)

Polen oblato-esferoidal, circular-elíptico en vista polar (32,22 x 32,93  $\mu\text{m}$ , P/E = 0,98). Colpos equidistantes con membrana lisa y opérculo granulado (Fig. 5 Q). Exina tectada (-perforada), suprarreticulada, de 2,46  $\mu\text{m}$ , ligeramente engrosada en el centro del mesocolpio; sexina ligeramente más gruesa que la nexina, disminuyendo gradualmente en las aberturas dejando un margen de nexina. *Tectum* ondulado; *columela* simple con elementos muy agrupados; retículo más laxo en el mesocolpio; *muri* agudos, delgados, bien definidos, hasta de 0,3  $\mu\text{m}$  de ancho, lisos; *lumina* poligonales, 1,0–2,4  $\mu\text{m}$  de diámetro, poco profundos; perforaciones numerosas pero inconspicuas, verrugas (1–6 ó más) dispersas en cada lumen.

#### 6. *Hyptis vilis* (Fig. 5. T–Y)

Polen suboblato, arriñonado en vista ecuatorial en granos 8-colpados, elíptico (elíptico-rectangular) en vista polar (6C: 27,50 x 30,96, P/E = 0,76; 8C: 30,25 x 37,71, P/E = 0,87). Colpos equidistantes en los granos 8-colpados, irregularmente distribuidos en los 6-colpados, con membrana lisa (Fig. 5 W) y opérculo no diferenciado. Exina semitectada, reticulada, de 2,34 (2,44)  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina ligeramente más gruesa que la nexina,

disminuyendo en las aberturas. *Tectum* delgado; *columela* simple con elementos uniformemente distribuidos; *muri* anchos y planos, hasta de 0,4  $\mu\text{m}$  de grosor, de diferentes alturas, lisos; *lumina* redondeados o elípticos, 0,2–0,6  $\mu\text{m}$  de diámetro, profundos, ocasionalmente no perforados observándose el *tectum* delgado y hundido.

#### 7. *Salvia angulata* (Fig. 7. A–F)

Polen oblato-esferoidal, elíptico en vista polar (28,29 x 29,40  $\mu\text{m}$ , P/E = 0,96). Colpos no equidistantes (FMC = 0,58) con membrana granulada (Fig. 7 F) y opérculo no diferenciado. Exina semitectada, birreticulada, de 2,35  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina del mismo grosor que la nexina, disminuyendo ligeramente en los bordes de las aberturas. *Tectum* delgado, ondulado; *columela* simple, con elementos uniformemente distribuidos; *muri* del retículo principal anchos, poligonales y muy bien definidos, hasta de 0,35  $\mu\text{m}$  de ancho, ligeramente escábridos; *lumina* poligonales, 0,6-1,0  $\mu\text{m}$  de diámetro, más pequeños hacia las aberturas, ligeramente profundos, con siete a diecisiete perforaciones por lumen; *muri* del retículo secundario de menor altura que los del retículo primario, planos, delgados, hasta de 0,1  $\mu\text{m}$  de ancho, lisos; perforaciones pequeñas, hasta de 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro. Membrana del colpo granulada.

#### 8. *Salvia axilliflora* (Fig. 7. G–O)

Polen oblato-esferoidal, elíptico en vista polar (28,94 x 31,86  $\mu\text{m}$ , P/E = 0,91). Colpos no equidistantes (FMC = 0,54) con membrana verrugosa (Fig. 7: N) y opérculo no diferenciado. Exina semitectada, birreticulada, de 1,81  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina del mismo grosor que la nexina o un poco más delgada, disminuyendo ligeramente en los bordes de las aberturas. *Tectum* delgado, ondulado; *columela* simple con elementos uniformemente distribuidos; *muri* del retículo principal anchos, ligeramente redondeados y bien definidos, hasta de 0,3  $\mu\text{m}$  de ancho, ligeramente escábridos; *lumina* poligonales a redondeados, 0,7-1,5  $\mu\text{m}$  de diámetro, poco profundos, con ocho a más de veinte perforaciones por lumen; *muri* del retículo secundario de menor altura que los del retículo primario, planos, delgados, hasta de 0,1  $\mu\text{m}$  de ancho, lisos; perforaciones pequeñas, hasta de 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro.

#### 9. *Salvia coccinea* (Fig. 8. A–F)

Polen oblato, elíptico-rectangular en vista polar (42,63 x 62,08  $\mu\text{m}$ , P/E = 0,69). Colpos no equidistantes (FMC = 0,61) con membrana granulada y opérculo no

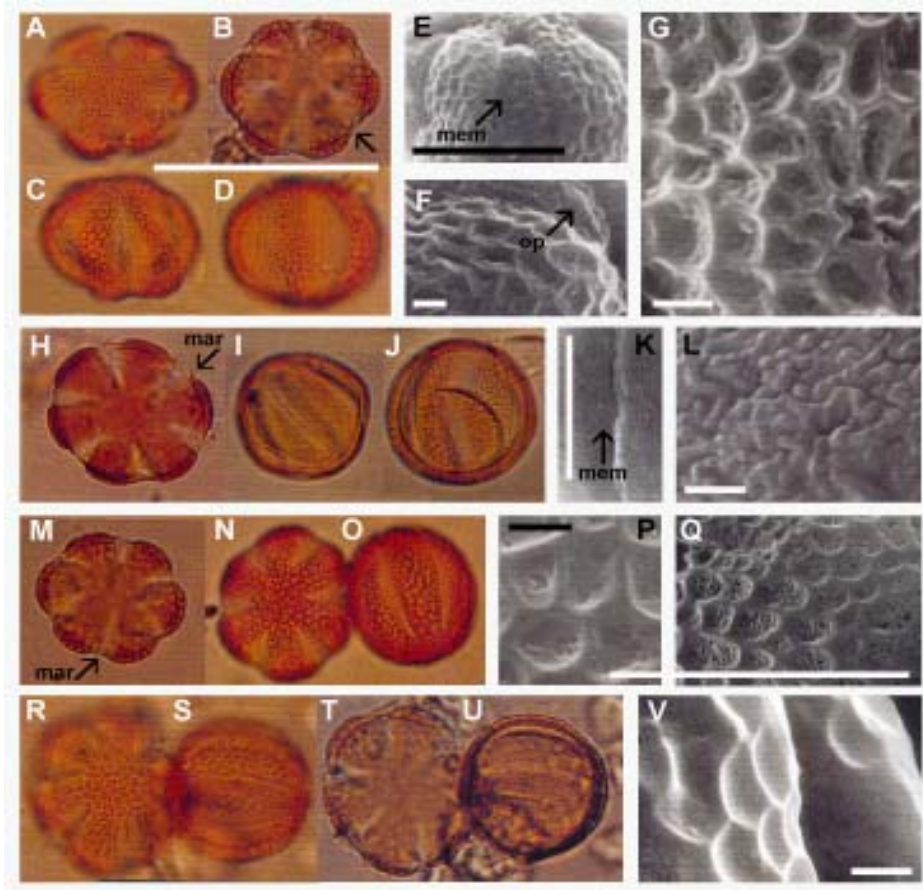


Fig. 6. Polen de **Hyptis**: A–G. **H. mutabilis** var. **mutabilis**: A. Vista polar en alto foco (MO); B. Vista polar en corte óptico (MO); C. Vista sub-ecuatorial en alto foco (MO); D. Vista ecuatorial en alto foco (MO); E. Detalle del colpo señalando la membrana (MEB); F. Detalle del colpo señalando el opérculo (MEB); G. Detalle del apocolpio (MEB). H–L. **H. mutabilis** var. **canescens**: H. Vista polar en alto foco señalando el margen (MO); I. Vista ecuatorial en medio foco (MO); J. Vista ecuatorial en alto foco (MO); K. Detalle del colpo señalando la membrana (MEB); L. Detalle del apocolpio (MEB). M–Q. **H. mutabilis** var. **spicata**: M. Vista polar en corte óptico señalando el margen (MO); N. Vista polar en alto foco (MO); O. Vista ecuatorial en alto foco (MO); P. Detalle del mesocolpio (MEB); Q. Detalle del apocolpio (MEB). R–V. **H. pectinata**: R. Vista polar en alfo foco (MO); S. Vista ecuatorial en alto foco (MO); T. Vista polar en corte óptico (MO); U. Vista ecuatorial en corte óptico (MO); V. Detalle del mesocolpio y el colpo (MEB). Escalas: barra grande (MO): 50  $\mu\text{m}$ ; barra mediana y grande (MEB): 10  $\mu\text{m}$  (E,K,Q); barra pequeña (MEB): 1  $\mu\text{m}$  (F,G,L,P,V). Las flechas señalan margen (mar), membrana (mem) u opérculo (op).

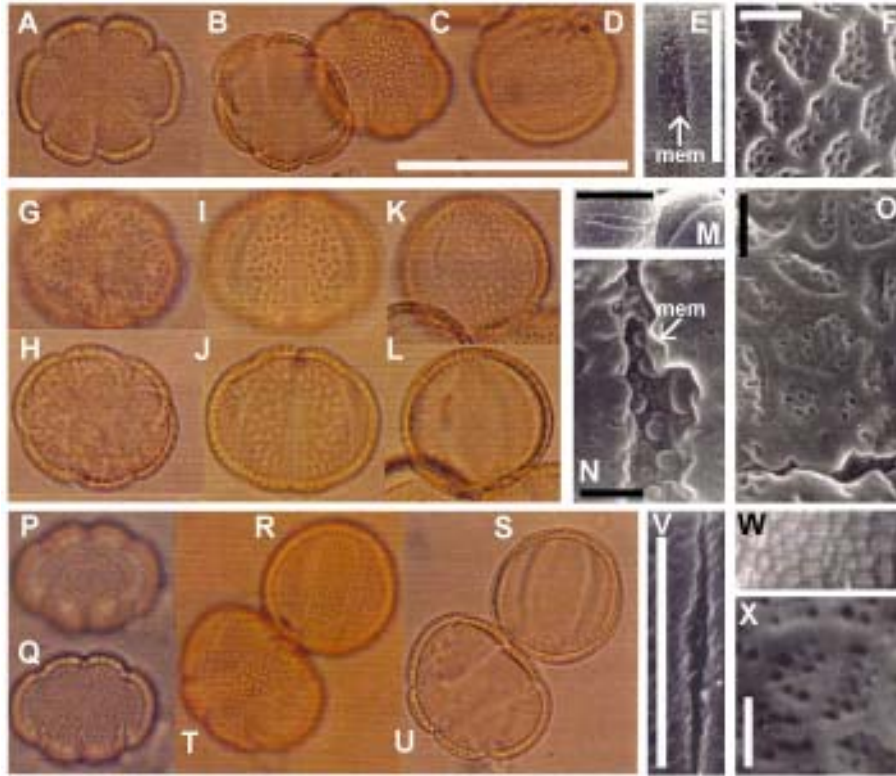


Fig. 7. Polen de **Salvia**: A–F. **S. angulata**: A. Vista polar en corte óptico (MO); B. Vista sub-polar en corte óptico (MO); C. Vista sub-polar en corte óptico (MO); D. Vista ecuatorial en alto foco (MO); E. Detalle del colpo señalando la membrana (MEB); F. Detalle del mesocolpio (MEB). G–O. **S. axilliflora**: G. Vista polar en alto foco (MO); H. Vista polar en corte óptico (MO); I. Vista sub-ecuatorial en alto foco (MO); J. Vista sub-ecuatorial en corte óptico (MO); K. Vista ecuatorial en alto foco (MO); L. Vista ecuatorial en corte óptico (MO); M. Detalle de los colpos (MEB); N. Detalle del colpo señalando la membrana (MEB); O. Detalle del mesocolpio (MEB). P–X. **S. tiliifolia**: P. Vista polar en alto foco (MO); Q. Vista polar en corte óptico (MO); R. Vista ecuatorial en alto foco (MO); S. Vista ecuatorial en corte óptico (MO); T. Vista sub-polar en alto foco (MO); U. Vista sub-polar en corte óptico (MO); V. Detalle del colpo (MEB); W. Detalle del apocolpio (MEB); X. Detalle del mesocolpio (MEB). Escalas: barra grande (MO): 50  $\mu\text{m}$ ; barra mediana y grande (MEB): 10  $\mu\text{m}$  (E,V,W); barra pequeña (MEB): 1  $\mu\text{m}$  (F,M,N,O,X). Las flechas señalan la membrana (mem).

diferenciado. Exina semitectada, birreticulada, de 2,15  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio, birretículo diferente en apocolpio y mesocolpio; sexina del mismo grosor que la nexina, disminuyendo en los bordes de las aberturas. *Tectum* ondulado, muy delgado; *columela* simple con elementos uniformemente distribuidos. Apocolpio con *muri* del retículo principal mucho más gruesos que en el mesocolpio (Fig. 8 C,D), hasta de 0,6  $\mu\text{m}$  de ancho, redondeados, estriados; *lumina* más pequeños, hasta de 1,0  $\mu\text{m}$  de diámetro, mucho más profundos, con menor número de perforaciones; retículo secundario irregular, *muri* anchos, planos, a veces hundidos, con verrugas ocasionales; perforaciones hasta de 0,3  $\mu\text{m}$  de diámetro. Mesocolpio con *muri* del retículo principal redondeados, muy bien definidos, hasta de 0,3  $\mu\text{m}$  de ancho (Fig. 8 E,F); *lumina* poligonales, 0,7–1,8  $\mu\text{m}$  de diámetro, poco profundos, con ocho a veinte perforaciones por lumen; *muri* del retículo secundario de menor altura, delgados, hasta de 0,1  $\mu\text{m}$  de ancho, planos, lisos; perforaciones pequeñas, hasta de 0,2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

#### 10. *Salvia occidentalis* (Fig. 8. G–L)

Polen oblato, elíptico-rectangular en vista polar (23,20 x 36,29  $\mu\text{m}$ , P/E = 0,64). Colpos no equidistantes (FMC = 061) con membrana granulada (Fig. 8 K) y opérculo no diferenciado. Exina semitectada, reticulada, de 2,15  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina más gruesa que la nexina, disminuyendo de grosor en las aberturas; ocasionalmente se prolonga hacia el interior sobre la nexina sin disminuir de grosor. *Tectum* muy delgado; *columela* simple con elementos uniformemente distribuidos; *muri* delgados, agudos, no mayores de 0,4  $\mu\text{m}$ ; *lumina* irregulares, redondeados, más pequeños que los observados en las demás especies del género **Salvia**, de hasta de 1  $\mu\text{m}$  de diámetro, profundos.

#### 11. *Salvia rubescens* (Fig. 8 M–Q)

Polen prolato-esferoidal, elíptico en vista polar (38,82 x 38,08  $\mu\text{m}$ , P/E = 1,03). Colpos no equidistantes (FMC = 0,53) con membrana granulada (Fig. 8 P) y opérculo no diferenciado. Exina semitectada, birreticulada, de 2,27  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina un poco más gruesa que la nexina, disminuyendo de manera gradual en los bordes de las aberturas. *Tectum* delgado; *columela* simple, con elementos uniformemente distribuidos; el retículo disminuye de tamaño muy ligeramente en el apocolpio y abruptamente en los bordes de las aberturas; *muri* del retículo principal aplanados, gruesos, hasta de 0,5  $\mu\text{m}$  de ancho, perforados en los bordes; *lumina* elípticos a redondeados, 1,0–1,9  $\mu\text{m}$  de diámetro, más o menos profundos, con 11–20 (ó más) perfora-

ciones por *lumen* (incluyendo las perforaciones de los *muri*); *muri* del retículo secundario de menor altura, delgados, hasta de 0,1  $\mu\text{m}$  de ancho, planos, lisos; perforaciones pequeñas, hasta de 0,2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

12. **Salvia tiliifolia** (Fig. 7. P–X)

Polen oblato-esferoidal, elíptico en vista polar (29,88 x 31,83  $\mu\text{m}$ , P/E = 0,94). Colpos no equidistantes (FMC = 0,53). Colpos no equidistantes (FMC = 0,53), con membrana granulada y opérculo no diferenciado. Exina tectada-perforada, birreticulada, de 1,96  $\mu\text{m}$ , del mismo grosor en todo el mesocolpio; sexina ligeramente más gruesa que la nexina, disminuyendo muy ligeramente en las aberturas. *Tectum* delgado, casi liso; *columela* simple con elementos uniformemente distribuidos; *muri* del retículo principal anchos, planos y muy bien definidos, hasta de 0,4  $\mu\text{m}$  de ancho, lisos; *lumina* poligonales, 1,0–2,3  $\mu\text{m}$  de diámetro, ligeramente más pequeños en los bordes de las aberturas, poco profundos; *muri* del retículo secundario planos, delgados y lisos; perforaciones pequeñas, numerosas, hasta de 0,2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

CLAVE PARA LAS ESPECIES ESTUDIADAS

- 1. Colpos equidistantes (tipo a: **Hyptis**, Figs. 5 y 6) ..... 2
- 1. Colpos no equidistantes, es decir, dos mesocolpios más anchos que los restantes (tipo b: **Salvia**, Figs. 7 y 8) ..... 9
- 2. Granos suboblato (P/E = 0,75–0,87), E > 35  $\mu\text{m}$  ..... 3
- 2. Granos de otra forma; si suboblato entonces E < 35  $\mu\text{m}$  ..... 4
- 3. Membrana del colpo rugulado-granulada; granos siempre 6-colpados ..... **Hyptis brachiata**
- 3. Membrana del colpo lisa; granos con 6 y 8 colpos en una misma flor ..... **Hyptis vilis**
- 4. Granos tectados o inconspicuamente perforados ..... 5
- 4. Granos claramente semitectados ..... 7
- 5. Exina verrugosa-rugulada ..... **Hyptis mutabilis** var. **canescens**
- 5. Exina reticulada, retículo simple, suprategal ..... 6

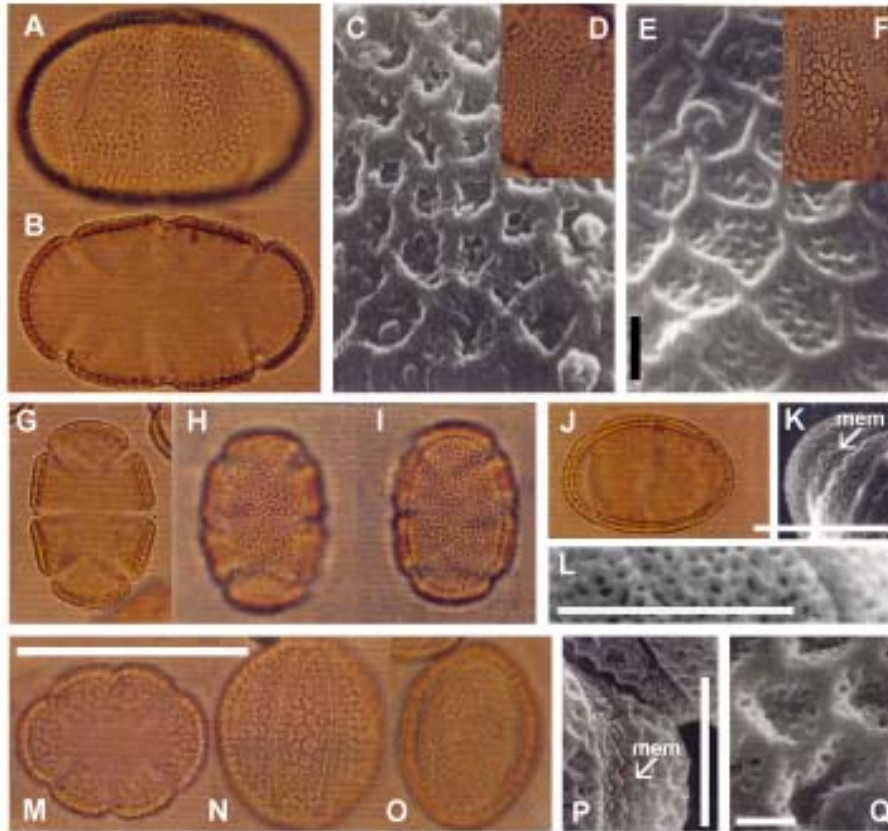


Fig. 8. Polen de **Salvia**: A–F. **S. coccinea**: A. Vista ecuatorial en alto foco (MO); B. Vista ecuatorial en corte óptico (MO); C. Detalle del apocolpio (MEB); D. Detalle del apocolpio (MO); E. Detalle del mesocolpio (MEB); F. Detalle del mesocolpio (MO). G–L. **S. occidentalis**: G. Vista polar en corte óptico (MO); H. Vista polar en alto foco (MO); I. Vista polar en medio foco (MO); J. Vista ecuatorial en corte óptico (MO); K. Detalle del colpo señalando la membrana (MEB); L. Detalle del mesocolpio (MEB). M–Q. **S. rubescens**: M. Vista polar en corte óptico (MO); N. Vista ecuatorial en alto foco (MO); O. Vista ecuatorial en alto foco del mesocolpio terminal (MO); P. Detalle del colpo señalando la membrana (MEB); Q. Detalle del mesocolpio (MEB). *Escalas*: barra grande (MO): 50  $\mu\text{m}$ ; barra mediana y grande (MEB): 10  $\mu\text{m}$  (K,L,P); barra pequeña (MEB): 1  $\mu\text{m}$  (C,E,Q). Las flechas señalan la membrana (mem).

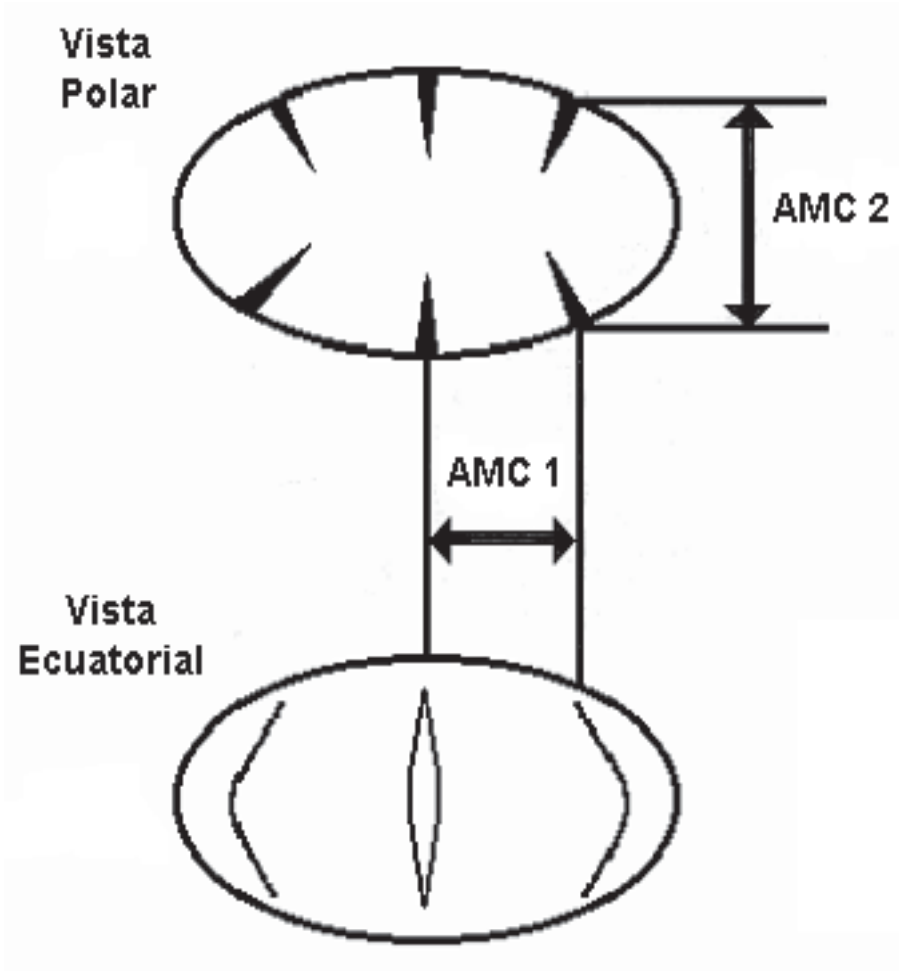


Fig. 9. Patrón de distribución de los colpos en *Salvia*. AMC = Ancho de mesocolpio: AMC 1, mesocolpio lateral; AMC2, mesocolpio terminal.



6. Granos operculados, *muri* bien definidos, con verrugas dispersas en cada *lumen* y perforaciones inconspicuas ..... **Hyptis umbrosa**
6. Granos no operculados, *muri* agudos, poco definidos, *lumina* sin verrugas ni perforaciones ..... **Hyptis pectinata**
7. Retículo simple o birretículo no bien definido;  $P < 30 \mu\text{m}$  ..... **Hyptis lantanifolia**
7. Birretículo evidente ..... 8
8. Granos operculados;  $E > 30 \mu\text{m}$  ..... **Hyptis mutabilis** var. **mutabilis**
8. Granos sin opérculo;  $E < 30 \mu\text{m}$  ..... **Hyptis mutabilis** var. **spicata**
9. Granos oblatos ( $P/E = 0,5-0,74$ ) ..... 10
9. Granos de otra forma ..... 11
10. Granos medianos ( $P < 25 \mu\text{m}$ ,  $E < 40 \mu\text{m}$ ); retículo simple ..... **Salvia occidentalis**
10. Granos grandes ( $P > 40 \mu\text{m}$ ,  $E > 50 \mu\text{m}$ ); retículo doble ..... **Salvia coccinea**
11. Granos prolato-esferoidales ( $P/E = 1,01-1,14$ ); *muri* perforados ..... **Salvia rubescens**
11. Granos oblato-esferoidales ( $P/E = 0,88-0,99$ ); perforaciones delimitadas en el *lumen* subtipo **Angulatae** (incluye: **S. angulata**, **S. axilliflora** y **S. tiliifolia**)

## DISCUSIÓN

Dentro de la familia Lamiaceae, los caracteres palinológicos han sido valiosos para corroborar modificaciones taxonómicas, delimitar subfamilias, tribus, e identificar géneros e incluso especies (Abu-Asab y Cantino 1992, 1993, Sebsebe y Harley 1992, Harley 1992, Wagstaff 1992, Orsini *et al.* 1993); sin embargo, es preciso emplearlos con precaución como herramienta taxonómica, puesto que las relaciones no son siempre directas (Orsini 1994). Las especies de **Hyptis** y **Salvia** estudiadas en este trabajo presentan variaciones significativas en su morfología polínica, permitiendo la identificación a nivel específico (ver clave), excepto para un grupo de tres especies de **Salvia**, taxonómicamente ubicadas en la sección **Angulatae** (Wood y Harley 1989).

Los granos de polen de estas especies son principalmente hexacolpados, encontrándose también granos de ocho colpos en **Hyptis vilis**. Este incremento en el número de aberturas ha sido observado en **Hyptis lanceolata** (Rudall 1980), **Salvia leucantha** (Gupta y Sharma 1990) y **Salvia coccinea** (Trudel y Morton 1991), no siendo corroborado esto último en el presente trabajo.

Como puede notarse en la clave, el primer carácter diagnóstico para el polen de esta familia es el ancho de los mesocolpios; éste permite separar claramente al género **Salvia** de **Hyptis** en este trabajo y, de acuerdo con lo observado en la bibliografía, del resto de la familia (Erdtman 1945, 1971, Sebsebe y Harley 1992, Harley 1992, Wagstaff 1992, Orsini *et al.* 1993, Abu-Asab y Cantino 1992, 1993, 1994, entre otros). Dicha característica persiste aún en los granos octocolpados de **Salvia coccinea**, diferenciándose claramente de los granos octocolpados de **Hyptis vilis** e **H. lanceolata** (Rudall 1980). Paton *et al.* (1994) encontraron algo similar para el género **Endostemon** (Lamiaceae), cuyos granos presentan tres mesocolpios grandes y tres pequeños, dispuestos alternativamente, confiriéndoles un AMB triangular; cabe decir que los granos hexacolpados son normalmente elípticos o circulares en vista polar (tabla 1). La relación entre el tamaño de los mesocolpios (tabla 3) puede resultar de utilidad en la descripción del polen de las especies de **Salvia**.

La forma de los granos de **Hyptis** y **Salvia** varía desde suboblato hasta prolato-esferoidal, con un tamaño promedio de 30 x 35  $\mu\text{m}$  (P x E), considerándose medianos a grandes de acuerdo a la clasificación de Erdtman (1971). La forma de los granos resulta bastante constante como para usarla como carácter diagnóstico; sin embargo, en **Hyptis lantanifolia** se encontraron algunos granos prolato-esferoidales y oblato-esferoidales en una proporción que nunca superó un 10%. Debido a esta baja proporción no puede hablarse de dimorfismo en sentido estricto, tal como lo menciona Salgado-Labouriau (1973) para las especies de **Hyptis** presentes en el Cerrado de Brasil; sin embargo, es conveniente realizar estudios posteriores en especies relacionadas.

La exina de estos granos puede ser tectada o semitectada, presentando principalmente un patrón birreticulado. Otros atributos, como diferencias de grosor entre la sexina y la nexina o disminución de éstas en las aberturas (margen), se emplean para caracterizar los grupos, pero no se consideran para su delimitación por ser poco cuantificables. La información más útil en este sentido se refiere a la estructura, existiendo claras diferencias entre granos tectados y semitectados con patrones de reticulación simple o compleja.

Desde el punto de vista cuantitativo, algunas variables como P y E resultaron útiles para delimitar grupos polínicos, pero en el resto de los casos los valores quedaron superpuestos, impidiendo una separación estadísticamente significativa (datos no mostrados). Si se analizan los géneros por separado, se puede observar que **Salvia coccinea** y **Salvia rubescens** se separan claramente de las demás especies por las dimensiones de su eje polar; existe un segundo grupo, denominado subtipo **Angulatae**, conformado por **Salvia angulata**, **S. axilliflora** y **S. tiliifolia** que no se puede separar por su tamaño ni por sus características morfológicas; finalmente **Salvia occidentalis** se separa del resto por sus menores dimensiones. Los gráficos estadísticos no fueron útiles para separar las especies de **Hyptis**.

El aspecto palinológico más resaltante en este último género es la diferencia encontrada a nivel de variedad. En morfología del polen es frecuente decir que el rango taxonómico básico es el género (Erdtman 1971, Saenz 1978); sin embargo, en este trabajo se encontraron diferencias entre las tres variedades de **Hyptis mutabilis**. **H. mutabilis** var. **canescens** presenta un patrón morfológico que difiere no sólo de los demás patrones observados en la especie, sino que no ha sido observado en ningún otro miembro de la familia. Trudel y Morton (1991) presentan la morfología de alguna variedad de **Hyptis mutabilis** que es ligeramente diferente a las variedades aquí descritas: tiene *lumina* más redondeados y los *muri* más anchos y aplanados, lo cual, a juzgar por la variabilidad de esta especie, podría indicar la existencia de una variedad adicional. Tal diferencia palinológica indica la necesidad de una revisión exhaustiva de esta especie a nivel infraespecífico.

En conclusión, dentro de la subfamilia Nepetoideae no es posible identificar tribus sobre la base de los caracteres palinológicos más constantes, ya que se ha observado que géneros de la tribu Ocimeae, como **Hyptis**, **Marsypianthes** y **Ocimum** pueden presentar el birretículo típico de **Salvia** (Mentheae); o bien, un retículo simple de **Hyptis lantanifolia** e **H. vilis** que es muy similar al de los géneros **Gardoquia**, **Lepechinia**, **Micromeria**, **Mentha** y **Minthostachys** de la tribu Mentheae (Harley 1992, Orsini *et al.* 1996, Velázquez y Orsini 1997). A diferencia de esto, en la subfamilia Lamioideae (*sensu lato*) las tribus están muy bien delimitadas por características palinológicas (Cantino y Sanders 1986, Abu-Asab y Cantino 1992, 1994).

El incremento en el número de aberturas podría resultar favorable desde el punto de vista adaptativo, dado que los grupos considerados menos evolucionados dentro de esta familia presentan tres colpos de manera constante, y la

aparición de granos 8-colpados se ha observado en plantas invasoras como **Salvia coccinea** e **Hyptis vilis**. Rudall (1980) considera que el polen de **Hyptis lanceolata**, otra de las especies con ocho colpos, es el más evolucionado en la subtribu Hyptidinae, de manera que resultaría interesante iniciar un estudio sobre la evolución del número de aberturas en esta familia.

### AGRADECIMIENTOS

Al CONICIT (actualmente FONACIT) por el apoyo financiero a este proyecto, el cual formó parte de un estudio sobre todos los taxa de la familia Lamiaceae en Venezuela (Proyecto RP-VII- 240054). Al curador del Herbario Nacional de Venezuela (VEN) por facilitar la adquisición de muestras de polen. A Fred Stauffer por sus acertadas sugerencias para mejorar el manuscrito.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Asab, M.S. and P.D. Cantino. 1992. Pollen morphology in subfamily Lamioideae (Labiatae) and its phylogenetic implications. In: Harley, R.M. and T. Reynolds (Eds.). *Advances in Labiate Science*. pp. 97–112. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Abu-Asab, M.S. and P.D. Cantino. 1993. Systematic implications of pollen morphology in tribe Prostanthereae (Labiatae). *Syst. Bot.* 18 (4): 563–574.
- Abu-Asab, M.S. and P.D. Cantino. 1994. Systematics implications of pollen morphology in subfamilies Lamioideae and Pogostemoneae (Labiatae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 81 (4): 653–686.
- Cantino, P.D. 1992. Evidence for a polyphyletic origin of the Labiatae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 79: 361–379.
- Cantino, P.D. and R.W. Sanders. 1986. Subfamilial classification of Labiatae. *Syst. Bot.* 11 (1): 163–185.
- Chadwell, T.B., S.J. Wagstaff and P.D. Cantino. 1992. Pollen morphology of **Phryma** and some putative relatives. *Syst. Bot.* 17 (2): 210–219.
- Erdtman, G. 1945. Pollen morphology and plant taxonomy. IV. Labiatae, Verbenaceae and Avicenniaceae. *Svensk Bot. Tidskr.* 39: 279–285.
- Erdtman, G. 1971. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. (Reimpresión corregida de la edición de 1952). Hafner Publishing

Company, New York.

- Gupta, A. and Ch. Sharma, 1990. Polymorphysm in pollen of **Salvia leucantha** (Lamiaceae). Grana 29 (4): 277–284.
- Harley, M.M. 1992. The potential value of pollen morphology as an additional taxonomic character in subtribe Ociminae (Ocimeae: Nepetoideae: Labiatae). In: Harley, R.M. and T. Reynolds (Eds.). Advances in Labiate Science. pp. 125–138. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Orsini, G. 1994. La morfología del polen en la sistemática de las angiospermas. Seminario Especial de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Orsini, G. 1995. Morfología del polen de la familia Labiatae (Lamiaceae) en el Parque Nacional “El Avila”. Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Orsini, G. E e I. Casale. 1996. Metodología alternativas I: Medición de microestructuras con cámara clara. Acta Bot. Venez. 19 (1): 42–53.
- Orsini, G., O. Castro y D. Velázquez. 1993. Preliminares sobre el estudio palinológico de la familia Labiatae en Venezuela. XLIII Convención Anual de AsoVAC (Resumen). Acta Ci. Venez. 44 (supl. 1): 42.
- Orsini, G., D. Velázquez y M. Rinaldi. 1996. Estudio palinológico de la subtribu Mentheae (Lamiaceae) en el Parque Nacional “El Avila”, Venezuela. Acta Bot. Venez. 19 (2): 47–66.
- Paton, A., M.M. Harley, R.M. Harley and S. Weeks. 1994. A revision of **Endostemon** (Labiatae). Kew Bull. 49: 673–716.
- Pruessapan, K. and R. Van der Ham. 2005. Pollen Morphology of **Trichosanthes** (Cucurbitaceae). Grana. 44 (2): 75–90.
- Punt, W., S. Blackmore, S. Nilsson and A. Le Thomas. 1994. Glossary of pollen and spore terminology. LPP Contr. Ser. 1: 1-71.
- Raj, B. 1983. A contribution to the pollen morphology of Verbenaceae. Rev. Palaeobot. Palynol. 39: 343–422.
- Rudall, P. 1980. Pollen morphology in the subtribe Hyptidinae (Labiatae). Kew Bull. 35: 451–458.

- Saenz de R., C. 1978. Polen y Esporas. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico. H. Blume Ediciones, Madrid.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1973. Contribuição à palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio do Janeiro.
- Sebsebe, Demissew y Harley, M.M. 1992. Trichome, seed surface and pollen characters in **Stachys** (Lamioideae: Labiatae) in tropical Africa. In: Harley, R.M. and T. Reynolds (Eds.). Advances in Labiate Science. pp. 149–166. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Simpson, G.G., A. Roe and R.C. Lewontin. 1960. Quantitative zoology. Edición revisada (Simpson, G.G. and A. Roe, 1939). Harcourt, Brace and World, Inc., New York.
- Steyermark, J. y O. Huber. 1978. Flora del Avila. Publicación especial de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Caracas.
- Trudel, M.G.C. and J.K. Morton, 1991. Pollen morphology and taxonomy in North American Labiatae. Can. J. Bot. 70: 975–995.
- Velázquez, D. 1997. Clave para los géneros de Lamiaceae en Venezuela. Acta Bot. Venez. 20 (1): 1–42.
- Velázquez, D. y G. Orsini, G. 1997. Aportes al conocimiento de la Familia Lamiaceae en Venezuela. I. **Ajuga**, **Teucrium** y **Scutellaria**. Acta Bot. Venez. 20 (1): 93–115.
- Walker, J.W. and J.A. Doyle. 1975. The bases of Angiosperm phylogeny: Palynology. Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 664–723.
- Wagstaff, S.J. 1992. A phylogenetic interpretation of pollen morphology in the tribe Mentheae (Labiatae). In: Harley, R.M. and T. Reynolds (Eds.). Advances in Labiate Science pp. 113–124. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Wood, J.R.I. and R.M. Harley. 1989. The genus **Salvia** (Labiatae) in Colombia. Kew Bull. 44 (2): 211–278.