

Ciencia Nicolaita 90

ISSN: 2007-7068



Universidad
Michoacana
de San Nicolás
de Hidalgo

Caracterización polínica de especies de *Salvia* subgénero *Calosphace*

Pollen characterization of *Salvia* species subgenus *Calosphace*

Bertha Susana Raygadas Torres, Gabriela Domínguez Vázquez, Sabina Irene Lara Cabrera*

Para citar este artículo: Raygadas Torres BS, Domínguez Vázquez G, Lara Cabrera SI (2024). Caracterización polínica de especies de *Salvia* subgénero *Calosphace*. *Ciencia Nicolaita* 90: 7-16.

DOI: <https://doi.org/10.35830/cn.vi90.750>

Historial del artículo



Recibido: 23 de octubre de 2023

Aceptado: 8 de enero de 2024

Publicado en línea: abril 2024



Ver material suplementario



***Correspondencia de autor:** sabina.lara@umich.mx



Términos y condiciones de uso: <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/privacy>



Envíe su manuscrito a esta revista: <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/submissions>

Caracterización polínica de especies de *Salvia* subgénero *Calosphace*

Pollen characterization of *Salvia* species subgenus *Calosphace*

Bertha Susana Raygadas Torres, Gabriela Domínguez Vázquez, Sabina Irene Lara Cabrera*

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Sistemática Molecular de Plantas, Ciudad Universitaria, Francisco J. Mújica, s/n, Edif. B2-3er piso, Colonia Felicitas del Río, C.P. 58066, Morelia, Michoacán, México.

Resumen

Los caracteres polínicos constituyen una fuente de información importante en campos afines a la biología, en varios grupos de plantas incluso constituyen caracteres de importancia taxonómica. En *Salvia*, el polen está formado por mónadas, radiales, isopolares, de ámbito circular, oblato a oblato-esferoidales, hexacolpados, con exina microrreticulada. En este estudio se evalúa la morfología polínica con un microscopio óptico para 28 especies clasificadas en 19 secciones *sensu* Epling del género *Salvia* subgénero *Calosphace*; para determinar si los caracteres polínicos son distintivos para alguna de las especies y si hay similitud entre especies clasificadas en la misma sección del subgénero. Se reporta por primera vez la descripción morfológica del grano de polen para 19 especies. De las 28 especies únicamente se observan diferencias en el tamaño del grano, encontrándose los granos más pequeños de 25 µm en vista polar y 22 µm en vista ecuatorial (*S. breviflora*, *S. connivens*, *S. curviflora* y *S. polystachia*) y los más grandes de 42.5 µm en vista polar y 40 µm en vista ecuatorial (*S. amarissima*, *S. cinnabarina*, *S. clarckowanii* y *S. lavanduloides*). El dendrograma Neighbor Joining, no agrupa a las especies de ninguna de las secciones representadas por más de una especie. Aunque la morfología polínica no constituye un carácter de valor taxonómico para estas especies, ni las agrupa en secciones; es necesario continuar la exploración polínica a más especies para lograr un muestreo más amplio que incremente el conocimiento de este subgénero tan diverso, antes de desechar esta fuente de evidencia taxonómica.

Palabras clave: morfología del polen, Lamiaceae, sección, taxonómico.

*Autor de correspondencia: sabina.lara@umich.mx
Copyright © Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Abstract

Pollen characters are an important source of information in many fields of biology, for some species groups these may have taxonomic significance. *Salvia* pollen are monads, radial, isopolar, circular, oblate to oblate-spheroidal shape, hexacolpate with microrreticulate exine. Here we describe pollen morphology under light microscopy for 28 *Salvia* belonging to subgenus *Calosphace*, including 19 of Epling's sections and assess if there are pollen differences between species and whether the species classified in a section are similar. We report morphological descriptions of the pollen grain for 19 species, which had not previously been evaluated. Of the 28 species studied we could only observe size differences, with smallest grains of 25 μm in polar view and 22 μm in equatorial (*S. breviflora*, *S. connivens*, *S. curviflora* and *S. polystachia*) whereas the largest pollen grains are of 42.5 μm in polar view and 40 μm in equatorial (*S. amarissima*, *S. cinnabarina*, *S. clarckowanii* y *S. lavanduloides*). Neighbor Joining dendrogram does not cluster the species within the five sections where more than one species is present. Although pollen morphology for these species has no taxonomic value or clusters species classified within the same section; we find it necessary to keep on reporting these findings and eventually reach a sampling correspondent to the subgenus diversity, before giving up on these kinds of taxonomic evidence.

Key words: Pollen morphology, Lamiaceae, section, taxonomic.

Introducción

El género *Salvia* es un género gigante (Frodin, 2004), con hasta 1,000 especies a nivel mundial si se sigue la clasificación de Drew *et al.* (2017), que incorpora las especies previamente clasificadas bajo los géneros *Dorystaechas* Boiss. and Hendr. ex Benth, *Meriandra* Benth., *Perovskia* Kar., *Rosmarinus* L. y *Zhumeria* Rech f. and Wendelbo. En México se distribuyen los subgéneros *Audibertia* y *Calosphace* (1939), siendo nuestro país y Centroamérica un centro de diversidad para *Calosphace* (Ramamoorthy y Elliot 1989; Fragoso-Martínez *et al.*, 2018) con 275 (Jenks *et al.*, 2013) a 312 especies clasificadas en 59 secciones (Ramamoorthy y Elliot 1989) *sensu* Epling.

Como género gigante su sistemática enfrenta numerosos retos; desde la identificación, circunscripción y caracterización de las especies, hasta la obtención de propuestas filogenéticas robustas. En la búsqueda de caracteres diagnóstico se ha explorado la morfología de los granos de polen, que en grupos como Ranunculaceae (Salim *et al.*, 2016), Cucurbitaceae (Levi *et al.*, 2010) y Verbenaceae (Rajh, 1983) han ayudado a resolver problemáticas y concepciones para algunas especies. En Lamiaceae, la morfología polínica ha sido evaluada en va-

rios grupos y niveles taxonómicos (Erdtman, 1945; Henderson *et al.*, 1968; Pozhidaev, 1992; Trudel y Morton, 1992; Wagstaff, 1992), así, la utilidad de los caracteres polínicos para delimitar grupos taxonómicos ha ayudado a reconocer géneros a nivel subtribu (Moon *et al.*, 2008a; Moon *et al.*, 2008b; Wagstaff 1992). Las observaciones para rangos infragenéricos han dado pocos resultados (Rudall, 1980). Hasta ahora se han analizado palinológicamente doce géneros de la subtribu Nepetinae (Moon *et al.*, 2008a); ocho géneros en la subtribu Salviinae (Moon *et al.*, 2008b); y la subtribu Hyptidinae (Rudall, 1980) por mencionar algunos; además de especies del género *Salvia* para distintas regiones del mundo (Henderson *et al.*, 1968; Hassan *et al.* 2009; Özler *et al.*, 2011; Özler *et al.*, 2013; Akta *et al.*, 2020; Fişne y Bagherpour, 2020; Kiliç 2021).

El género *Salvia* tiene polen oblado hexacolpado, con los cuatro colpi laterales más cortos que los dos terminales (Trudel y Morton, 1992), la forma para el género también incluye polen suboblado, oblado-esferoidal y prolado-esferoidal en varias especies de Turquía (Özler *et al.*, 2011; Özler *et al.*, 2013; Akta *et al.*, 2020; Fişne y Bagherpour 2020; Kiliç 2021) y variación del tamaño en vista polar 27.8-65.3 μm y en ecuatorial 29.0-66.2 μm (Özler *et al.*, 2020). Sin embargo, el muestreo específico

es apenas una fracción de la diversidad del género. Por ejemplo, para el subgénero *Calosphace* que es el más diverso y taxonómicamente complejo, a la fecha se han descrito ca. 33 especies de las ca. 317 del subgénero (Moon *et al.*, 2008b; Trudel y Morton 1992; Henderson *et al.*, 1968; Orsini *et al.*, 2006). Es decir, el 10%; de manera que es necesario seguir la exploración polínica incluyendo muestreos dirigidos a secciones *sensu* Epling (Epling 1939, 1940, 1941, 1944, 1947, 1951; Epling y Jativa 1963, 1964, 1965; Epling y Mathias, 1957). De las 104 secciones en México se calcula que hay 59 secciones, 25 endémicas a México y 34 con elementos compartidos con América Central y del Sur (Ramamoorthy y Elliot, 1998).

En este trabajo se incluyen 28 especies, de las cuales 19 especies no habían sido previamente evaluadas. Adicionalmente se incorpora un muestreo para 19 secciones *sensu* Epling (**Tabla 1**) incluyendo más de una especie para cinco secciones para contribuir al avance de los estudios palinológicos en el subgénero *Calosphace*.

Metodología

Se evaluaron 28 especies del género *Salvia* subgénero *Calosphace* (**Tabla 1**) representando a 19

secciones de las 59 distribuidas en México (Ramamoorthy y Elliot, 1989). Cinco secciones (*Incar natae*, *Lavanduloideae*, *Purpureae*, *Polystachyae* y *Scorodoniae*) están representadas por más de una especie y 14 secciones por una especie, incluyendo las secciones monotípicas *Axillares* e *Iodanthae*. Los ejemplares de soporte se encuentran depositados en el Herbario EBUM.

Se obtuvieron botones florales maduros previo a la antesis, de material fresco y de ejemplares de herbario. Las anteras se procesaron de acuerdo a la técnica de acetólisis de Erdtman (1960). Los granos se observaron en un microscopio Olympus Bymax 50. Las preparaciones se montaron en glicerina líquida. Se midieron 10 granos de polen seleccionados al azar de cada ejemplar, con observaciones en vistas polar y ecuatorial, además se observaron las aperturas y la ornamentación de la exina, de las medidas obtenidas se presentan los promedios y la desviación estándar, adicionalmente se tomaron fotografías en un aumento de 40 X.

Las medidas de los ejes polar, ecuatorial, P/E y grosor de la capa de exina, se analizaron en el programa PAST 4.14 (Hammer *et al.*, 2001-2023) generando una matriz de similitud utilizando la distancia euclidiana, para generar un árbol Neighbor Joining.

Tabla 1. Procedencia de las muestras evaluadas, se incluye la sección en que se clasifica *sensu* Epling y el número de especies evaluadas respecto al total de especies clasificadas en la misma.

Sección s. Epling (número de especies evaluadas/número de especies en la sección)	Especie	Localidad
Axillares 1/1	<i>Salvia axillaris</i> Moc. y Sessé ex. Benth.	Bedolla 32, México, Guanajuato: Pasando la localidad de Emiliano Zapata, cerca del Jaral, en las faldas del Cerro Verde.
Angulatae 1/52	<i>Salvia longispicata</i> M. Martens y Galeotti	Lara Cabrera 116, México, Guerrero. A 19 km en carretera Chilpancingo a Chichihualco, a 3 km de El Palmar.
Briquetia 1/5	<i>Salvia mexicana</i> L.	Lara Cabrera 162, México, Hidalgo: Camino de los Prismas Basálticos a Ex Hacienda Santa María Regla.
Cardinales (1/9)	<i>Salvia wagneriana</i> Pol.	Lara Cabrera 310, México, Chiapas: Unión Juárez, Chiquihuites.
Carneae	<i>Salvia carnea</i> Kunth.	Lara Cabrera 367, México Guerrero. El Paraíso, Camino El Paraíso-Puerto del Gallo.
Curtiflorae (1/9)	<i>Salvia longistyla</i> Benth.	Bedolla 62, México, Michoacán: Uruapan, parque Nacional Cupatitzio.



Fulgentes (1/6)	<i>Salvia microphylla</i> Kunth.	<i>Lara Cabrera 345</i> , México, Querétaro: Exequiel Montes, San Joaquín-Toluquilla.
Iodanthae (1/1)	<i>Salvia iodantha</i> Fern	<i>Lara Cabrera 157</i> , México, Morelos: San Juan Tlacotenco.
Incarnatae (2/2)	<i>Salvia cinnabarina</i> M. Martens y Galleoti	<i>Bedolla 87</i> , México, Chiapas: Zinacantán, sobre carretera pasando Navenchauc.
	<i>Salvia elegans</i> Vahl.	<i>Lara Cabrera 136</i> , México, Hidalgo: camino a Mineral del Chico.
Lavanduloides (2/18)	<i>Salvia helianthemifolia</i> Benth.	<i>Lara Cabrera 121</i> , México, Jalisco: Carretera Guadalajara-Cocotlán a 2 km del Basurero Tecnificado. Atrás del Templo de la Oración Monticello.
	<i>Salvia lavaduloides</i> Kunth.	<i>Lara Cabrera 334</i> , México, Chiapas: San Cristóbal de las Casas, Camino a Comitán.
Membranaceae	<i>Salvia mocinoi</i> Benth.	<i>Lara Cabrera 316</i> , México, Chiapas: Unión Villaflores.
Microspheae	<i>Salvia misella</i> Kunth.	<i>Lara Cabrera 307</i> , México Chiapas: 1 km al S de Cacahoatán.
Polystachyae (5/16)	<i>Salvia brachyodontha</i>	<i>Bedolla 51</i> , México, Jalisco: Guadalajara, Parque Mirador Independencia.
	<i>Salvia connivens</i> Epl.	<i>Bedolla 60</i> , México, Hidalgo: Jacala, carretera Zimapán a Jacala.
	<i>Salvia filipes</i> Benth.	<i>Lara Cabrera 161</i> , México, Hidalgo: Camino de los Prismas Basálticos a Ex Hacienda Santa María Regla.
	<i>Salvia plurispicata</i> Epling.	<i>Bedolla 41</i> , México, Michoacán: Municipio de Tlazazalca. Yendo hacia Jerécuaro, pasando Laguna Verde a 3 km sobre la carretera
	<i>Salvia polystachia</i> Cav.	<i>Lara Cabrera 336</i> , México, Chiapas: San Cristóbal de las Casas, Camino a Comitán.
Purpureae (4/9)	<i>Salvia curviflora</i> Benth.	<i>Bedolla 71</i> , México, Guanajuato: Jerécuaro, Piedras de Lumbre.
	<i>Salvia clarkowanii</i>	<i>Lara Cabrera 365</i> , México Guerrero: El Paraíso, Camino El Paraíso-Puerto del Gallo.
	<i>Salvia purpurea</i>	<i>Lara Cabrera 315</i> , México, Chiapas: Unión Juárez, Chiquihuites.
Scorodoniae (3/16)	<i>Salvia breviflora</i> Moc. & Sessé ex Beth.	<i>Lara Cabrera 169</i> , México, Morelos: Jonacatepec, 600m al N de Tlayca.
	<i>Salvia keerlii</i> Benth.	<i>Lara Cabrera 323</i> , México, Chiapas: La Trinitaria, Ruinas de Chinkultic.
	<i>Salvia melissodora</i> Lag.	<i>Lara Cabrera 223</i> , México, Michoacán: Zacapu, Los Espinos.
Silvicolae	<i>Salvia miniata</i> Fernald	<i>Lara Cabrera 321</i> , México, Chiapas: La Trinitaria, Ruinas de Chinkultic.
Uliginosae	<i>Salvia prunelloides</i> Kunth.	<i>Lara Cabrera 343</i> , México, Querétaro: Exequiel Montes, San Joaquín-Toluquilla.
Uricae (1/2)	<i>Salvia amarissima</i> Ortega	<i>Lara Cabrera 131</i> , México, Michoacán, 1.5 km al NE de San José Coapa.

Resultados

Los caracteres evaluados son poco variables en estas especies de *Salvia*, los granos de polen observados tienen una morfología similar, la ornamentación de la capa de exina no presenta variación entre especies, siendo microrreticulada bajo el microscopio óptico (**Figura 1**). La principal variación se observa en términos del tamaño del grano, del radio polar/ecuatorial y el grosor de la capa de exina (**Tabla 2**).

Los granos más pequeños: *S. breviflora* (secc. *Scorodoniae*), *S. connivens* (Secc. *Polystachiae*), *S. curviflora* (secc. *Purpureae*) y *S. polystachia* (Secc. *Polystachiae*), tuvieron en promedio 25 µm en vista polar y 22 µm en vista ecuatorial. Mientras que *S. amarissima* (secc. *Uricae*), *S. cinnabarina* (secc. *Incarnatae*), *S. clarkowanii* (secc. *Purpureae*) y *S. lavanduloides* (secc. *Lavanduloideae*), tuvieron los granos más grandes alcanzando 42.5 µm en su vista polar y 40 µm en vista ecuatorial. El radio polar/

ecuatorial se ubica entre 1 y 1.13 correspondiendo con forma oblado a oblado esferoidal; la pared de exina más angosta (1.25 µm) se encuentra en *S. wagneriana* (secc. *Cardinales*) y la más gruesa (3.75 µm) en *S. breviflora* (secc. *Scorodoniae*), *S. elegans* (secc. *Incarnatae*), *S. iodantha* (secc. *Iodanthae*) y *S. plurispicata* (secc. *Polystachiae*). La mayoría de las especies tuvo un grosor de la exina de 2.5 µm.

En el dendrograma (**Figura 2**) no se agrupan las especies clasificadas bajo la misma sección *sensu* Epling, para ninguna de las cinco secciones representadas por más de una especie.

Discusión

Los caracteres polínicos evaluados han sido útiles para reconocer géneros en Lamiaceae (Emboden, 1969), pero hacen imposible la determinación a nivel de especies. Este resultado, sin embargo, no

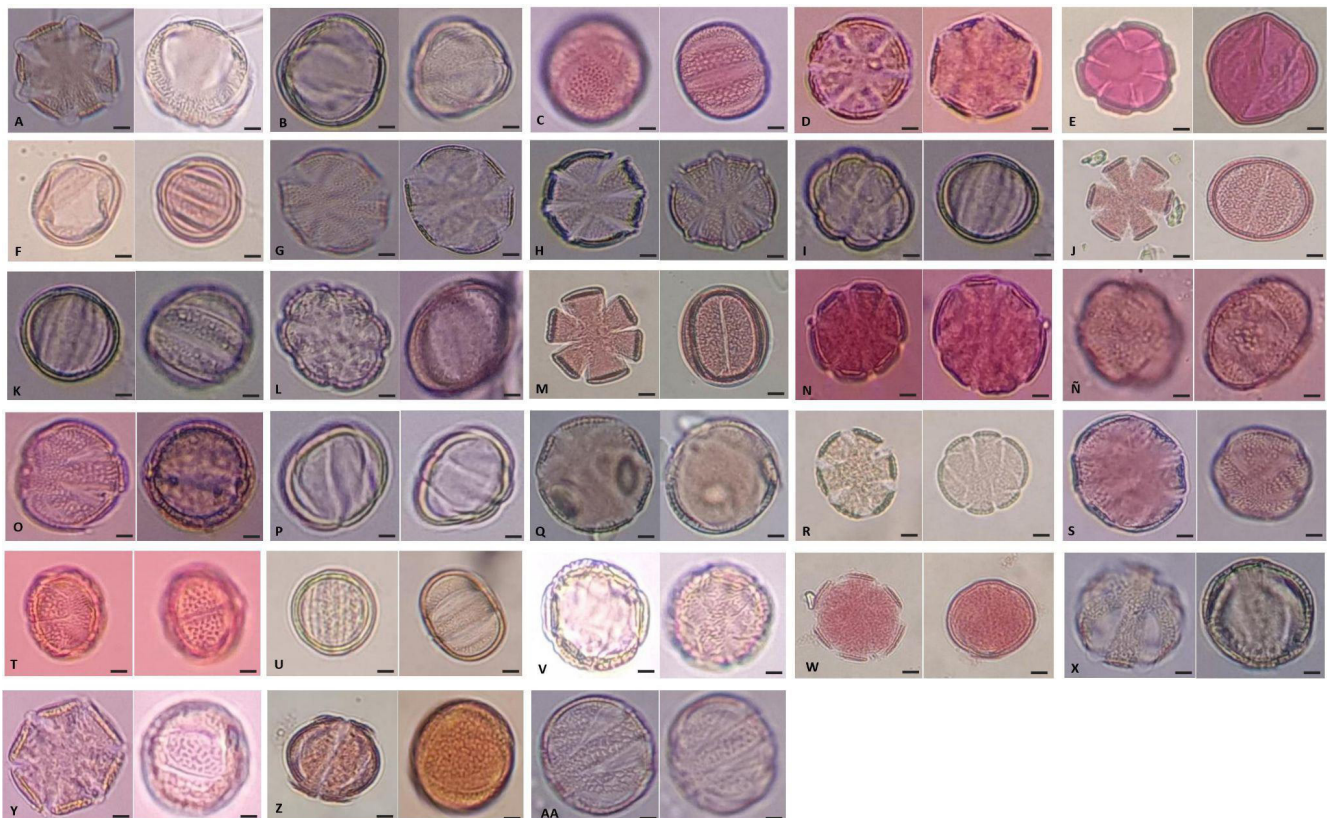


Figura 1. Vista polar (izquierda) y ecuatorial (derecha) del grano de polen de especies de *Salvia* escala a 10 µm, ordenadas de acuerdo a la sección *sensu* Epling. **A:** *S. axillaris* **B:** *S. longispicata* **C:** *S. mexicana* **D:** *S. carnea* **E:** *S. longistyla* **F:** *S. wagneriana* **G:** *S. cinnabarina* **H:** *S. elegans* **I:** *S. iodantha* **J:** *S. microphylla* **K:** *S. helianthemifolia* **L:** *S. lavanduloides* **M:** *S. mocinoii* **N:** *S. micella* **Ñ:** *S. brachyodontha* **O:** *S. connivens* **P:** *S. filipes* **Q:** *S. plurispicata* **R:** *S. polystachia* **S:** *S. clarkowanii* **T:** *S. curviflora* **U:** *S. purpurea* **V:** *S. breviflora* **W:** *S. keerlii* **X:** *S. melissodora* **Y:** *S. miniate* **Z:** *S. prunelloides* **AA:** *S. amarissima*.



Tabla 2. Características del polen evaluado comparando con resultados previos de Moon *et al.* 2008b¹ (entre corchetes). La forma se reporta siguiendo la codificación de Moon *et al.* (2008b), O (oblado), SO (suboblado), OS (oblado esferoidal), S (esferoidal) PS (prolado esferoidal, SP (subprolado), P (prolado).

Secc. s. Epling	Especie	Eje polar (μm). Media y DS	Eje ecuatorial (μm). Media y DS	Radio P/E	Pared de la exina (μm)	Forma
Axillares	<i>S. axillaris</i>	40±38.5	37.5±36	1.05	2.5	O, OS
Angulatae	<i>S. longispicata</i>	35±34.5	32.5±31	1.09	2.5	O, OS
Briquetia	<i>S. mexicana</i>	37.5±36.5	35±34.5	1.06	2.5	O, OS
Carneae	<i>S. carnea</i>	27.5±27	25±24.5	1.1	2.5	O, OS
Curtiflorae	<i>S. longistyla</i>	35±34.5	30±29	1.17	2.5	O, OS
Cardinales	<i>S. wagneriana</i>	27.5±26.5	25±24.5	1.09	1.25	O, OS
Incarinatae	<i>S. cinnabarina</i>	42.5±41.5	40±39.5	1.05	2.5	O, OS
Incarinatae	<i>S. elegans</i>	40±39.5 [38.3 (33.3 - 41.6)] ¹	37.5±36 [33.1 (26.6 - 36.9)] ¹	1.08	7.75	O, OS [PS, SP, P] ¹
Iodanthae	<i>S. iodantha</i>	35±34.5	[33.1 (26.6-36.9)] ¹	1	3.75	O, OS
Fulgentes	<i>S. microphylla</i>	35±34.5 [33.6 (29.0-37.6)] ¹	32.5±31 [30.6 (27.8-35.0)] ¹	1.09	2.5	O, OS [SO, OS PS, SP] ¹
Lavanduloides	<i>S. helianthemifolia</i>	35±34.5	32.5±31	1.09	2.5	O, OS
Lavanduloides	<i>S. lavanduloides</i>	42.5±41.5	40±39.5	1.05	2.5	O, OS
Membranaceae	<i>S. mocinoii</i>	27.5±26.5	25±24.5	1.09	3.75	O, OS
Microsphace	<i>S. misella</i>	40±39.5	37.5±36	1.08	2.5	O, OS
Polystachyae	<i>S. brachyodonta</i>	27.5±26.5	25±24.5	1.09	2.5	O, OS
Polystachyae	<i>S. connivens</i>	25±24.5	22.5±22	1.11	2.5	O, OS
Polystachyae	<i>S. filipes</i>	27.5±26	25±24.5	1.08	2.5	O, OS
Polystachyae	<i>S. plurispicata</i>	27.5±26	25±24.5	1.08	3.75	O, OS
Polystachiae	<i>S. polystachia</i>	25±24.5 [21.8 (20.5-23.9)] ¹	22.5±21 [22.4 (18.4-24.8)] ¹	1.13	2.5	O, OS [PS, SP, P] ¹
Purpureae	<i>S. clarkowanii</i>	42.5±41.5	40±39.5	1.05	2.5	O, OS
Purpureae	<i>S. curviflora</i>	25±24.5	22.5±22	1.11	2.5	O, OS
Purpureae	<i>S. purpurea</i>	40±39.5	30±29.5	1.33	3.0	O, OS
Scorodoniae	<i>S. breviflora</i>	25±24.5	22.5±21.5	1.12	3.75	O, OS
Scorodoniae	<i>S. keerlii</i>	32.5±31	30±29.5	1.06	2.5	O, OS
Scorodoniae	<i>S. melissodora</i>	30±29.5	27.5±26	1.11	2.5	O, OS
Silvicolae	<i>S. miniata</i>	37.5±36.5	35±34	1.07	2.5	O, OS
Uliginosae	<i>S. prunelloides</i>	40±39.5	32.5±31	1.25	2.5	O, OS
Uricae	<i>S. amarissima</i>	42.5±41 [29.6 (26.4-31.8); 28.1 (25.3-31.3)] ¹	40±39.5 [27.2 (23.1-29.6); 27.6 (24.9-29.1)] ¹	1.05	2.5	O, OS [OS] ¹

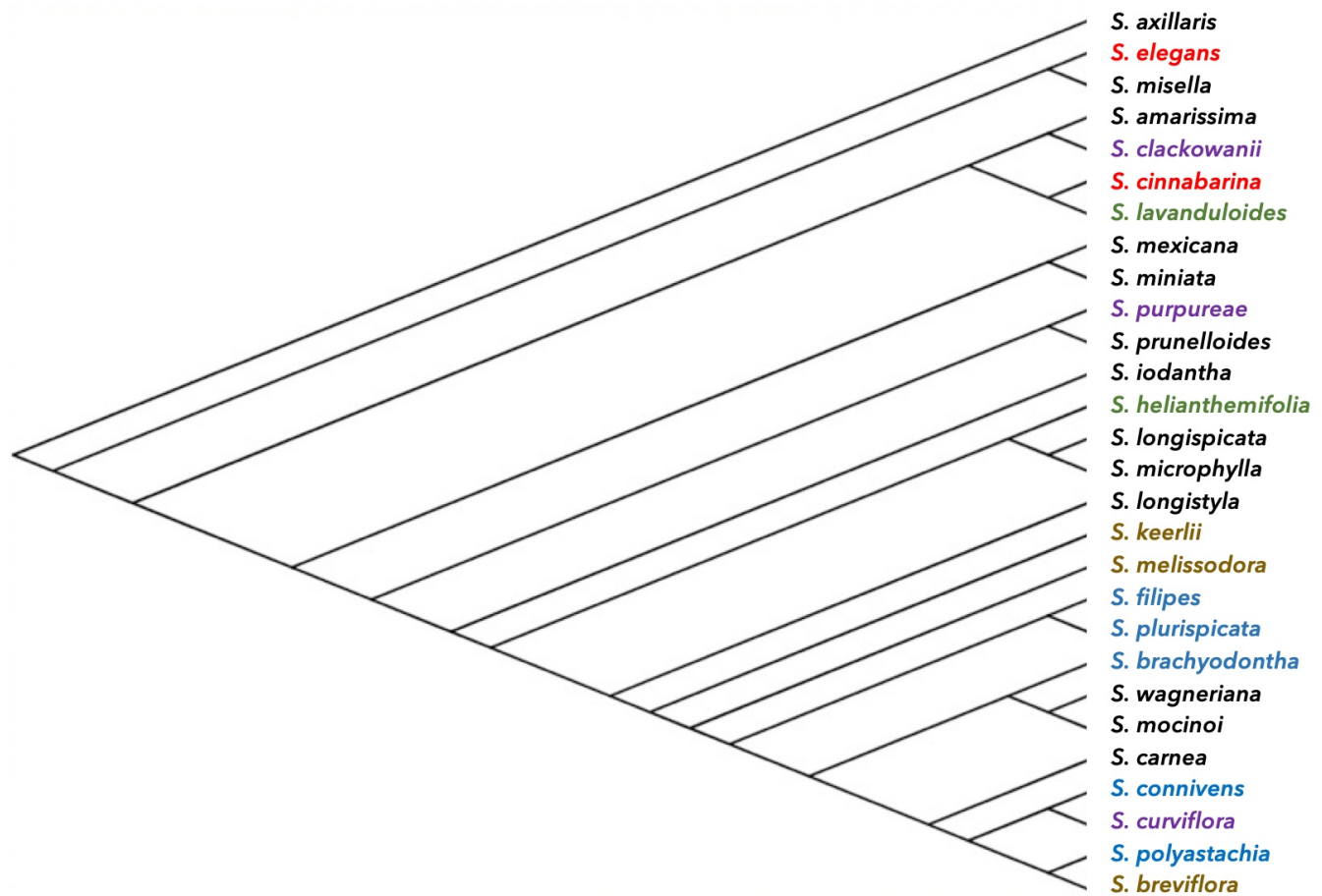


Figura 2. Dendrograma Neighbor Joining. Las especies clasificadas en la misma sección *sensu* Epling, están indicadas en azul (secc. *Polystachyae*), café (secc. *Scorodoniae*), verde (secc. *Lavanduloides*), morado (secc. *Purpureae*) y rojo (secc. *Incarnatae*).

es de extrañar en un género tan diverso, la misma tendencia se ha observado en otro de los géneros más diversos de Lamiaceae, *Hyptis* (Rudall, 1980).

Se presentan observaciones para 19 especies de *Salvia* subgénero *Calosphace* que no habían sido previamente estudiadas (**Figura 1**). Es de resaltar que las medidas en vista polar, ecuatorial, radio polar/ecuatorial y grosor de la capa de exina (**Tabla 2**) corresponden con mediciones previas de Moon y colaboradores (2008b) para *S. elegans*, *S. microphylla* y *S. polystachia*, indicando que el procedimiento utilizado aquí es robusto; en el caso de *S. amarissima* ellos reportan dos mediciones, ninguna de las cuales coincide con las aquí obtenidas, esto deberá revisarse con mayor detalle y muestreo. Respecto a la forma del grano, aquí reportamos para todos oblado y oblado esferoidal, mientras que Moon y colaboradores (2008b) incluyen en *S. elegans* (**Figura 1 H**), *S. microphylla*

(**Figura 1 K**) y *S. polystachya* (**Figura 1 R**) la forma prolado esferoidal e incluso suboblado en el caso de *S. microphylla*.

La información palinológica aquí expresada, abona al conocimiento del género. Adicionalmente para las especies clasificadas bajo una misma sección (*Incarnatae*, *Lavanduloides*, *Polystachyae*, *Purpureae* y *Scorodoniae*) no hay agrupamiento en el dendrograma. De estas secciones *sensu* Epling, solo la sección *Incarnatae* se ha demostrado que es monofilética (Jenks *et al.*, 2013; Fragosó-Martínez *et al.*, 2018; Lara-Cabrera *et al.*, 2021; Andrés Hernández *et al.*, 2021) y morfológicamente sencilla de identificar, aunque el polen no refleja la relación de parentesco entre sus especies *S. cinnabarina* (**Figura 1 G**) y *S. elegans* (**Figura 1 H**). De manera que la información palinológica con microscopio óptico no constituye un carácter de valor taxonómico para agrupar especies



clasificadas bajo la misma sección.

Siendo la palinología una de las herramientas más útiles en estudios sobre reconstrucción paleoambiental, monitoreo ecológico ó palinología forense (Ertman, 1945; Jackson y William, 2004) es necesario continuar evaluando y reportando la morfología del polen; ya que en el caso de géneros mega diversos como *Salvia* y el subgénero *Calosphace* no es suficiente con evaluar sólo el 10% de sus especies Nuestros resultados sugieren que es necesario ser cuidadosos al intentar utilizar la morfología polínica como un carácter taxonómico pero es importante seguirlos reportando, con miras claro está, a que esta fuente de evidencia taxonómica sea de utilidad en otras especies del género.

Agradecimientos

Este trabajo incluyendo parte de la colecta, ha involucrado numerosos tesisas del Laboratorio de Sistemática Molecular y el financiamiento de proyectos financiados por la Coordinación de la Investigación Científica (U.M.S.N.H.) [Estudio Micromorfológico de *Salvia* secc. *Polystachyae*, Filogenia y filogeografía de *Salvia* secc. *Polystachyae*; Filogenia de *Salvia* complejo *Polystachyae*/*Puepureae*/*Iodanthae*; Filogenia de complejos de especies de *Salvia* (Lamiaceae)]. Además de proyectos financiados por el CONAHCYT J-48731 y 319466.

Bibliografía

- Akta K, Özdemir C, Özkan M y Baran P (2020). Pollen Morphology of Some Turkish *Salvia* L. (Lamiaceae: Mentheae) Species. *Planta daninha* 38.
- Andrés Hernández L, Pérez García ML, Lara Cabrera SI (2021). La sección *Incarinatae* de *Salvia* subgénero *Calosphace* (Lamiaceae) En: Abraham Peñaloza P y Lara Cabrera S (Coordinadoras). Ciencias e Ingenierías: de la investigación a la innovación. pp 33- 42. ISBN 978-607-542-205-3
- Drew BT, González-Gallegos JG, Xiang C-L, Kriebel R, Drummond CP, Walker JB, Sytsma KJ (2017). *Salvia* united: The greatest good for the greatest number. *Taxon* 66: 133-145. DOI: 10.12705/661.7
- Emboden WA (1969). Pollen morphology of the genus *Salvia*, section *Audibertia*. *Pollen et spores* 6: 427-536.
- Epling CC (1939). A revision of *Salvia*, subgenus *Calosphace*. *Repertorium specierum novarum regni vegetabilis, Beiheftenov. Regni Vegetabilis* 110: 1-383.
- Epling CC (1940). Supplementary notes on American Labiatae. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 67(6): 509-534.
- Epling CC (1941). Supplementary notes on American Labiatae II. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 68: 552-568.
- Epling CC (1944). Supplementary notes on American Labiatae III. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 71: 484-497.
- Epling CC (1947). Supplementary notes on American Labiatae IV. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 74: 512-518.
- Epling CC (1951). Supplementary notes on American Labiatae V. *Brittonia* 7: 129-142.
- Epling CC y Jativa C (1964). Revisión del género *Satureja* en América del Sur. *Brittonia* 16: 393-416.
- Epling CC, Jativa C (1963). Supplementary notes on American Labiatae VIII. *Brittonia* 15: 393-416.
- Epling CC, Jativa C (1965). Supplementary notes on American Labiatae X. *Brittonia* 20: 295-312.
- Epling CC, Mathias ME (1957). Supplementary notes on American Labiatae VI. *Brittonia* 8: 297-313.
- Erdtman G (1945). Pollen morphology and plant taxonomy, IV, Labiatae, Verbenaceae and Avicenniaceae. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39: 279-285.
- Erdtman G (1960). The acetolysis method, A revised description, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Fişne Y, Bagherpour S (2020). Contribution to the knowledge of the pollen morphology of the genus *Salvia* (Lamiaceae). *Phytotaxa* 428 (3): 228-240.
- Fragoso-Martínez I, Martínez-Gordillo M, Salazar GA, Sazatornil F, Jenks AA, García Peña MR, Barrera-Aveleida G, Benitez-Vieyra S, Magallón S, Cornejo-Tenorio G, Granados Mendoza C (2018). Phylogeny of the Neotropical sages (*Salvia* subg. *Calosphace*; Lamiaceae) and insights into pollinator and area shifts. *Plant Systematics and Evolution* 304: 43-55. <https://doi.org/10.1007/s00606-017-1445-4>
- Frodin DG (2004). History and concepts of big plant genera. *Taxon* 53 (3) 753-776.
- Kiliç FM (2021). Pollen morphological investigations of *Salvia* L. in southeastern Turkey and its taxonomic implication. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy* 28(2): 395-403.

- Hammer Ø, Harper DAR, Ryan PD (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaentologica Electrónica* 4(1): 9pp.
- Hassan N, Osman AK, El Garf IA (2009). Pollen types of the Egyptian species of the genus *Salvia* (Lamiaceae). *Feddes Repertorium* 120 (7-8): 394-404. doi:10.1002/fedr.200911118
- Henderson DM, Prentice H, Hedge IC (1968). Pollen Morphology of *Salvia* and Some Related Genera. *Grana Palynologica* 8 (1):70-85. doi:10.1080/00173136809427461
- Jackson ST, Williams JW (2004). Modern analogs in quaternary paleoecology: here today, gone yesterday, gone tomorrow?. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 32:495-537.
- Jenks AA, Walker JB, Kim SC (2013). Phylogeny of New World *Salvia* subgenus *Calosphace* (Lamiaceae) based on cpDNA (*psbA-trnH*) and nrDNA (ITS) sequence data. *Journal of Plant Research* 126: 483-496.
- Lara-Cabrera SI, Pérez-García ML, Maya-Lastra CA, Montero-Castro JC, Godden GT, Cibrián-Jaramillo A, Fisher AE, Porter JM (2021). Phylogenomics of *Salvia* L. subgenus *Calosphace* (Lamiaceae). *Frontiers in Plant Science* 12: 1-17. doi:10.3389/fpls.2021.725900.
- Levi A, Harris KR, Wechter WP, Kousik CS, Thies JA (2010). DNA markers and pollen morphology reveal that *Praecitrullus fistulosus* is more closely related to *Benincasa hispida* than to *Citrullus* spp. *Genet Resour Crop Evol* 57: 1191-1205. doi:10.1007/s10722-010-9559-3.
- Moon HK, Vinckier S, Smets E, Huysmans S (2008a). Comparative pollen morphology and ultrastructure of *Menthae* subtribe *Nepetinae* (Lamiaceae). *Review of Paleobotany and palinology* 149: 174-186.
- Moon HK, Vinckier S, Walker JB, Smets E, Huysmans S (2008b). A search for phylogenetically informative pollen characters in the subtribe *Salviinae* (*Menthae*: Lamiaceae). *International Journal of Plant Sciences* 169(3): 455-471.
- Orsini G, Rinaldi M, Velázquez D (2006). Estudio palinológico de los géneros *Hyptis* y *Salvia* (Lamiaceae) en el Parque Nacional El Avila, Venezuela. *Ernstia* 16(1): 1-30.
- Özler H, Pehlivan S, Kahraman A, Doğan M, Celep F, Başer B, Yavru A, Bagherpour S (2011). Pollen morphology of the genus *Salvia* L. (Lamiaceae) in Turkey. *Flora* 206: 316-327.
- Özler H, Pehlivan S, Celep F, Doğan M, Kahraman A, Fişne A, Baser B, Bagherpour S (2013). Pollen morphology of *Hymenosphace* and *Aethiopis* sections of the genus *Salvia* (Lamiaceae) in Turkey. *Turkish Journal of Botany* 37(6): 1070-1084. doi:10.3906/bot-1209-50.
- Pozhidaev A (1992). The origin of three- and six colpate pollen grains in the Lamiaceae. *Grana* 31(1): 49-52.
- Raj B (1983). A contribution to the pollen morphology of Verbenaceae. *Review of Palaeobotany and Palynology* 39: 343-422.
- Ramamoorthy TP, Elliott M (1998). Lamiaceae de México, diversidad, distribución, endemismo y evolución P 501-526, En: Ramamoorthy TP, Bye R, Lot A, Fa J (eds), Diversidad biológica de México, orígenes y distribución, Instituto de Biología, UNAM.México.
- Rudall P (1980). Pollen morphology in the subtribe *Hyptidinae* (Lamiaceae). *Kew bulletin* 35(3): 452-458
- Salim MA, Mohamed AH, Tantawy ME (2016). Morphological study of some taxa of Ranunculaceae Juss in Egypt (anatomy and pollen grains). *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* 5: 310-319.
- Trudel MC, Morton JK (1992). Pollen morphology and taxonomy in North American Lamiaceae. *Canadian Journal of Botany* 70: 975-995.
- Wagstaff SJ (1992). A phylogenetic interpretation of pollen morphology in tribe *Menthae* (Labiatae). En: Harley RM, Reynolds T (Eds.) *Advances in Labiatae science*, Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 113-124