



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE BOTÁNICA

**TAXONOMÍA DE LA FAMILIA
LINACEAE EN MÉXICO**

JUAN GONZÁLEZ VELASCO

T E S I S
PRESENTADOS COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2022

La presente tesis titulada: **Taxonomía de la familia Linaceae en México**, realizada por el alumno: **Juan González Velasco**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR



CONSEJERA

Dra. Mireya Burgos-Hernández



ASESORA

Dra. Iris Grisel Galván-Escobedo



ASESOR

Dr. Gonzalo Castillo-Campos

Montecillo, Texcoco, Estado de México, febrero de 2022

TAXONOMÍA DE LA FAMILIA LINACEAE EN MÉXICO

Juan González Velasco, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2022

RESUMEN

El estudio taxonómico de la familia Linaceae, un grupo de plantas de distribución cosmopolita, no había sido actualizado por más de dos décadas. En México, antes de la presente tesis, no existía ningún trabajo que evaluara la taxonomía de todos los integrantes que la conforman y mucho menos alguno que incluyera un análisis palinológico de las especies endémicas. El Capítulo I, tuvo como objetivo realizar una detallada revisión taxonómica de las especies de la familia distribuida en México, la que, se llevó a cabo con base en información bibliográfica y el análisis morfológico de ejemplares de herbario. Veinticuatro especies nativas, una introducida y dos variedades pertenecientes a dos géneros fueron reconocidas para la familia, con 13 especies endémicas. Se proporcionan descripciones morfológicas, mapas de distribución, datos fenológicos, de hábitat y fotos de cada especie. La revisión realizada, reduce el número de especies nativas de *Linum* presentes en México y respalda la presencia del género *Hesperolinon* en el país. El Capítulo II, tuvo como objetivo describir la morfología polínica de las especies endémicas y reconocer los caracteres de interés en sistemática mediante el uso de la microscopía fotónica. Se aportan los valores estadísticos del eje polar, eje ecuatorial, forma, área polar, grosor de la exina, grosor de la sexina, grosor de la nexina, así como la altura y el diámetro de los elementos ornamentales de 11 de las 13 especies endémicas de *Linum*. La integración de ambos trabajos demostró la importancia de incorporar diversas disciplinas como fuente de evidencia para dar luz a diversas controversias de circunscripción taxonómica. Se recomienda ampliamente realizar una profunda exploración botánica de los linos en áreas poco representadas de país, con el objetivo de obtener material fresco de las plantas que no pudieron ser incluidas en la presente investigación y por tanto, que no pudieron ser corroboradas – *L. gypsogenium* y *L. mcvaughii* – además de aquellas con poca representación en herbarios.

Palabras clave: conservación, endemismo, flora de México, *Hesperolinon*, *Linum*, lino, palinológicos, taxonómico, estadística multivariada.

TAXONOMY OF THE LINACEAE FAMILY IN MEXICO

Juan González Velasco, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2022

ABSTRACT

The taxonomic study of the Linaceae family, a group of plants with a cosmopolitan distribution, had not been updated for more than two decades. In Mexico, before this thesis, there was no work that evaluated the taxonomy of all the members that make it up, much less any that included a palynological analysis of endemic species. Chapter I had the objective of carrying out a detailed taxonomic review of the species of the family distributed in Mexico, which was carried out based on bibliographic information and the morphological analysis of herbarium specimens. Twenty-four native species, one introduced, and two varieties belonging to two genera were recognized for the family, with 13 endemic species. Morphological descriptions, distribution maps, phenological and habitat data, and photos of each species are provided. The construction of the dichotomous keys allows the identification of the members of the group. The revision carried out reduces the number of native species of *Linum* present in Mexico and supports the presence of the genus *Hesperolinon* in the country. Chapter II aimed to describe the pollen morphology of endemic species and recognize the characters of interest in systematics through the use of photonic microscopy. Statistical values of the polar axis, equatorial axis, shape, polar area, exine thickness, sexine thickness, nexine thickness, as well as the height and diameter of the ornamental elements of 11 of the 13 endemic species are provided of *Linum*. The integration of both works demonstrated the importance of incorporating various disciplines as a source of evidence to shed light on various controversies of taxonomic circumscription. It is highly recommended to carry out a deep botanical exploration of flax in poorly represented areas of the country, with the aim of obtaining fresh material from plants that could not be included in the present investigation and therefore could not be corroborated – *L. gypsogenium* and *L. mcvaughii* – in addition to those with little representation in herbaria.

Key words: conservation, endemism, flora of Mexico, *Hesperolinon*, *Linum*, flax, palynological, taxonomic, multivariate statistics.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados, al Campus Montecillo y al Posgrado en Botánica. A las fuentes de financiamiento que hicieron posible el llevar a cabo los estudios de maestría, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (beca nacional CONACyT-746346). Sin duda a los miembros de mi consejo particular Dra. Mireya Burgos-Hernández, Dra. Iris Grisel Galván-Escobedo y Dr. Gonzalo Castillo-Campos gracias por su entereza y su gusto al momento de compartir sus experiencias. Su trabajo, apoyo y paciencia es fundamental en la formación de nuevos cuadros.

A todos los investigadores del colegio que nos brindan su apoyo en las aulas y fuera de ellas, su actuación docente siempre será un ejemplo a seguir. Dra. Heike Vibrans, gracias por su visión, por su generosidad y alegría. Dr. Edmundo García-Moya, gracias por su integridad y por compartir sus experiencias. Al Herbario-Hortorio CHAPA, al M.C. Ricardo Vega Muñoz y al C. Cristian Aldo Hidalgo Hidalgo, gracias por su apoyo. A las compañeras y compañeros, Alejandra Villavazo Hernández, Eduardo Fernando Pompa Castillo y Jesús Alejandro Ruiz Valencia, gracias por su apoyo generoso en todo momento.

A mis dos madres Ma. Esther y Ma. Elvira, a mi hermana Roxana América y a mi hermano José Roberto, a TODA su parentela y la mía, a los ausentes que los sigo extrañando, a ustedes y a ellos mi amor ETERNO.

A Mi pareja, a Mi pareja de vida, a Mi aire...a ti, **Martha Patricia** mi amor...*LEAVES OF GRASS*...

Y sé que la mano de Dios es la promesa de la mía, Y sé que el espíritu de Dios es hermano del mío,

Y que todos los hombres nacidos son mis hermanos, y las mujeres mis hermanas y mis amantes,
Y que el germen de la creación es el amor,

Y son incontables los erectos o marchitos tallos que cubren los campos; Y las oscuras hormigas afanándose debajo de aquellos más tiernos;

Y las musgosas costras que recubren las carcomidas vallas, los montículos de piedras, el saúco, el gordolobo y el eléboro.

Walt Whitman

(Fragmento)

CONTENIDO

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
La taxonomía vegetal en México	4
Palinología y sus aportes a la taxonomía vegetal	5
Taxonomía de Linaceae	5
<i>Linum</i> Linnaeus.....	6
<i>Hesperolinon</i> (A.Gray) Small.....	7
Trabajos de Linaceae en el mundo	9
Trabajos de Linaceae en México	11
Importancia de la familia Linaceae: un grupo de plantas con pasado y futuro	13
CAPÍTULO I. REVISIÓN TAXONÓMICA DE LA FAMILIA LINACEAE EN MÉXICO.....	15
1.1. RESUMEN.....	15
1.2. INTRODUCCIÓN.....	16
1.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
1.4. RESULTADOS.....	19
Tratamiento taxonómico	19
1.5. DISCUSIÓN.....	108
CAPÍTULO II. MORFOLOGÍA POLÍNICA DE ESPECIES DE <i>LINUM</i> (LINOIDEAE: LINACEAE) ENDÉMICAS A MÉXICO.....	113
2.1. RESUMEN.....	113
2.2. INTRODUCCIÓN.....	114
2.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	116
2.3.1. <i>Muestreo de ejemplares</i>	116
2.3.2. <i>Análisis morfológicos de polen</i>	116
2.3.3. <i>Análisis estadísticos</i>	116
2.4. RESULTADOS.....	117

2.5. DISCUSIÓN.....	141
CONCLUSIONES GENERALES.....	146

LISTA DE CUADROS

INTRODUCCIÓN GENERAL

Cuadro 1. Géneros presentes por cada subfamilia de Linaceae comparando las clasificaciones de Dressler *et al.* (2014) y Schneider *et al.* (2016)..... 3

Cuadro 2. Caracteres de interés taxonómico de *Hesperolinon* y *Linum*. Información tomada de Rogers (1984), Rzedowski & Calderón de Rzedowski (1992, 1994) y Burgos-Hernández & Castillo-Campos (2019)..... 8

CAPÍTULO II. MORFOLOGÍA POLÍNICA DE ESPECIES DE LINUM (LINOIDEAE: LINACEAE) ENDÉMICAS A MÉXICO

Cuadro 3. Resumen de las variables morfológicas cualitativas y cuantitativas, observadas en microscopia de luz, del polen de 11 especies endémicas de *Linum* de México. 119

Cuadro 4. Análisis de Varianza (ANOVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey por variable entre las especies endémica de *Linum* (los valores resaltados en negritas son estadísticamente significativos, $p < 0.05$). 121

Cuadro 5. Análisis de componentes principales (PCA) entre especies endémicas de *Linum*. CP= Componente principal. Los factores de carga de las variables con valores más grandes en cada componente se resaltan en negritas. 127

Cuadro 6. Análisis discriminante sin tendencia (DCA) entre especies endémicas de *Linum*. Funciones discriminantes y porcentaje de varianza explicado por cada una de ellas. Valores de las cargas de los ejes de las funciones discriminantes para cada una de las variables morfológicas polínicas de las especies endémicas de *Linum*. 128

Cuadro 7. Matriz de confusión diagonal del DCA con el número de observaciones asignados a cada especie endémica de *Linum* de México. 129

LISTA DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN GENERAL

Figura 1. Representación simplificada de la taxonomía de la familia Linaceae (Dressler *et al.* 2014). 6

CAPÍTULO I. REVISIÓN TAXONÓMICA DE LA FAMILIA LINACEAE EN MÉXICO

Figura 2. *Hesperolinon micranthum* (A.Gray) Small (NY!). 21

Figura 3. Distribución de *H. micranthum* (A.Gray) Small, *L. aristatum* Engelmann, *L. berlandieri* var. *filifolium* C.M.Rogers, *L. longipes* Rose y *L. rupestre* Engelmann en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares)..... 23

Figura 4. *Linum aristatum* Engelmann. 27

Figura 5. *Linum australe* A.Heller. 29

Figura 6. Distribución de *L. australe* A.Heller, *L. australe* var. *glandulosum* C.M.Rogers, *L. flagellare* H.J.P.Winkler, *L. nelsonii* Rose y *L. usitatissimum* Linnaeus en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares)..... 32

Figura 7. *Linum australe* var. *glandulosum* C.M.Rogers. 33

Figura 8. *Linum berlandieri* var. *filifolium* (Shinners) C.M.Rogers..... 35

Figura 9. *Linum cruciata* Planchon..... 37

Figura 10. Distribución de *L. cruciata* Planchon, *L. lasiocarpum* Rose, *L. lewisii* Pursh, *L. mexicanum* Kunth y *L. tenellum* Chamisso & Schlechtendal en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares)..... 39

Figura 11. *Linum elongatum* (Small) H.J.P.Winkler. 42

Figura 12. Distribución de *L. elongatum* (Small) H.J.P.Winkler, *L. neomexicanum* Greene, *L. puberulum* A.Heller, *L. rzedowskii* Arreguín y *L. schiedeanum* Chamisso & Schlechtendal en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares). 42

Figura 13. *Linum flagellare* H.J.P.Winkler. 44

Figura 14. *Linum lasiocarpum* Rose..... 47

Figura 15. *Linum lewisii* Pursh. 51

Figura 16. *Linum longipes* Rose. 53

Figura 17. *Linum mexicanum* Kunth..... 56

Figura 18. <i>Linum modestum</i> C.M.Rogers.	59
Figura 19. Distribución de <i>L. modestum</i> C.M.Rogers, <i>L. orizabae</i> Planchon, <i>L. pringlei</i> S.Watson, <i>L. scabrellum</i> Planchon y <i>L. vernale</i> Wooton en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares).....	61
Figura 20. <i>Linum nelsonii</i> Rose.	63
Figura 21. <i>Linum neomexicanum</i> Greene.	66
Figura 22. <i>Linum orizabae</i> Planchon.	69
Figura 23. <i>Linum pringlei</i> S.Watson.....	74
Figura 24. <i>Linum puberulum</i> A.Heller.....	78
Figura 25. <i>Linum rupestre</i> Engelmann.	82
Figura 26. <i>Linum rzedowskii</i> Arreguín.	86
Figura 27. <i>Linum scabrellum</i> Planchon.	91
Figura 28. <i>Linum schiedeanaum</i> Chamisso & Schlechtendal.....	95
Figura 29. <i>Linum tenellum</i> Chamisso & Schlechtendal.....	101
Figura 30. <i>Linum usitatissimum</i> Linnaeus.	103
Figura 31. <i>Linum vernale</i> Wooton.....	106
CAPÍTULO II. MORFOLOGÍA POLÍNICA DE ESPECIES DE LINUM (LINOIDEAE: LINACEAE) ENDÉMICAS A MÉXICO	
Figura 32. Diagramas de caja de las variables explicativas de la variación en la morfología polínica de once especies endémicas de <i>Linum</i> de México (Variables cuantitativas).	120
Figura 33. Gráfico de dispersión de puntos del análisis discriminante (DCA) para las especies endémicas de <i>Linum</i> 1) <i>L. cruciata</i> (negro), 2) <i>L. flagellare</i> (agua), 3) <i>L. lasiocarpum</i> (azul), 4) <i>L. longipes</i> (violeta), 5) <i>L. mexicanum</i> (gris), 6) <i>L. modestum</i> (limón), 7) <i>L. orizabae</i> (verde), 8) <i>L. pringlei</i> (marrón), 9) <i>L. rzedowskii</i> (rosa), 10) <i>L. scabrellum</i> (anaranjado) y 11) <i>L. tenellum</i> (rojo).	130
Figura 34. Vista ecuatorial y Vista polar de <i>L. cruciata</i> (a, b), <i>L. lasiocarpum</i> (c, d), <i>L. longipes</i> (e, f), <i>L. modestum</i> (g, h) y <i>L. tenellum</i> (i, j) endémicas de <i>Linum</i> de México en microscopia de luz.	136
Figura 35. Vista ecuatorial y Vista polar de <i>L. orizabae</i> (k, l), <i>L. pringlei</i> (m, n) y <i>L. rzedowskii</i> (o, p) endémicas de <i>Linum</i> de México en microscopia de luz.	137

Figura 36. Vista ecuatorial y Vista polar de *L. scabrellum* (a, b), *L. flagellare* (c, d) y *L. mexicanum* (e, f) endémicas de *Linum* de México en microscopia de luz..... 140

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las plantas vasculares son el principal punto de entrada de energía y materia a los ecosistemas terrestres. Su lucha darwiniana por el crecimiento, la supervivencia y la reproducción en hábitat muy diferentes, ha dado como resultado una variedad extremadamente amplia de formas y funciones (Díaz *et al.* 2015). El grupo de mayor diversidad dentro de las plantas vasculares, es el de las angiospermas, e información reciente, indica que en el mundo existen cerca de 295 383 especies descritas (Christenhusz & Byng 2016). Por otra parte, se afirma que el inventario de la diversidad florística, es el estudio de mayor relevancia para la exploración, conservación, uso sostenible y manejo de los elementos de la biodiversidad, ya que la variedad de las formas de vida, el tamaño de la hoja y otras características fenotípicas, reflejan las condiciones ecológicas existentes, además de los procesos evolutivos que han operado a través del tiempo (Haq *et al.* 2018).

En el 2016, Villaseñor evaluó la flora vascular de México, encontrando 23 314 especies, distribuidas en 2 854 géneros, 297 familias y 73 órdenes. Estos números ubicaron al país en la cuarta posición a nivel mundial en riqueza de especies, solo detrás de Brasil (32 000 especies), China (29 000) y Colombia (24 000). Dicha posición fue confirmada un año más tarde por Sarukhán *et al.* (2017). Sin embargo, coloca a Indonesia (31 746) en el tercer puesto, y la proporción de especies para México, la establece en 25 036 especies descritas. Es significativo subrayar que sin importar la fuente citada, la gran riqueza florística nacional junto a la elevada proporción de endemismos presentes, tornan relevante el estudio de la vegetación, para catalogar de manera confiable los recursos naturales.

La diversidad florística de México, representa recursos de uso múltiple para las poblaciones humanas, y se han reconocido comúnmente en dos categorías: plantas silvestres y plantas cultivadas o domesticadas. Sin embargo, las poblaciones indígenas, sugieren la existencia de complejas y variadas formas de relacionarse con las plantas, así como diferentes grados de manipulación de ejemplares considerados silvestres (Casas *et al.* 1997, Caballero & Cortés 2001). Actualmente el esfuerzo de investigación para explorar y conservar el germoplasma, tanto *in situ* como *ex situ*, de las especies emparentadas con las cultivadas se ha incrementado (Contreras-Toledo *et al.* 2019), debido a que conforman una fuente potencial de diversidad, y pueden albergar rasgos beneficiosos como la resistencia a plagas, enfermedades y la mejora del rendimiento

agrícola, que potencialmente pueden integrarse a los sistemas productivos (Dwivedi *et al.* 2016, Barrera-Robles *et al.* 2020). En consecuencia, dedicar esfuerzos en generar conocimiento taxonómico de los parientes silvestres de las plantas cultivadas resulta oportuno.

La familia Linaceae DC. ex Perleb, representada por *Linum usitatissimum* L., y conocido comúnmente como lino o linaza, constituyó uno de los cultivos fundadores en la agricultura del Cercano Oriente. Desde tiempos prehistóricos hasta principios del siglo XX, fue una fuente de aceite y fibra. En la actualidad, sigue siendo un cultivo de considerable importancia socioeconómica (Zohary 1999), y en años recientes, se aprecia un incremento en los estudios a nivel molecular para diversos taxones del grupo, no obstante, el trabajo taxonómico sigue siendo escaso.

Los problemas que aquejan a la familia Linaceae son diversos, debido a la carencia de investigación taxonómica, por ejemplo, de acuerdo con Dressler *et al.* (2014), las subfamilias de Linaceae: Linoideae Arnott y Hugonioideae Reveal, contienen ocho y seis géneros respectivamente. Sin embargo, Schneider *et al.* (2016) señalan la existencia de solo cuatro y tres géneros para cada una (Cuadro 1). A nivel infragenérico, se han reportado entre 180 y 200 especies para *Linum* L. (McDill *et al.* 2009, Schmidt *et al.* 2010, McDill & Simpson 2011), cifra que hasta el momento no tiene un consenso.

En México, la taxonomía de la familia Linaceae no está exenta de problemas. Una muestra, es la discrepancia en el número de especies y géneros presentes. Por ejemplo, Rzedowski y Calderón de Rzedowski (1994), señalaron la presencia de 28 especies nativas de la familia en dos géneros, 27 pertenecientes a *Linum* y una a *Hesperolinon* (A.Gray) Small. Por su parte, Villaseñor (2016) enlista 25 especies todas pertenecientes a *Linum*. Recientemente, Barrera-Robles *et al.* (2020) reportan 26 especies de *Linum* y una de *Hesperolinon*, dando un total de 27 especies nativas del país. Estos datos generan dudas sobre el verdadero número de especies y géneros presentes en el territorio mexicano. Además, pone de manifiesto la necesidad de realizar un trabajo taxonómico exhaustivo en la familia.

En la actualidad, se observa en la literatura especializada que la morfología polínica, ha contribuido al esclarecimiento de la taxonomía de diversos grupos de plantas (Lattar *et al.* 2012, Du *et al.* 2017, Reshmi & Rajalakshmi 2019, Ragho 2020). En general, la palinología se dedica al

estudio de los palinomorfos como el polen, esporas, quistes, diatomeas y dinoflagelados y dentro del espectro palinológico, el grano de polen es el de mayor relevancia en la taxonomía vegetal (Halbritter *et al.* 2018). En las Linaceae, los caracteres de la exina del polen han registrado polimorfismo intraespecífico e interespecífico y se ha utilizado para resolver diversos cuestionamientos dentro del grupo en distintos niveles jerárquicos (Dulberger 1981, Lattar *et al.* 2012).

Cuadro 1. Géneros presentes por cada subfamilia de Linaceae comparando las clasificaciones de Dressler *et al.* (2014) y Schneider *et al.* (2016).

Dressler <i>et al.</i>	Schneider <i>et al.</i>
Subfamilia Linoideae	Subfamilia Linoideae
1. <i>Anisadenia</i> Wall.	1. <i>Anisadenia</i> Wall.
2. <i>Cliococca</i> Bab.	2. <i>Linum</i> L.
3. <i>Hesperolinon</i> (A.Gray) Small	3. <i>Reinwardtia</i> Dumort.
4. <i>Linum</i> L.	4. <i>Tirpitzia</i> Hallier f.
5. <i>Radiola</i> Hill	Subfamilia Hugonioideae
6. <i>Reinwardtia</i> Dumort.	1. <i>Hebepetalum</i> Benth.
7. <i>Sclerolinon</i> C.M. Rogers	2. <i>Hugonia</i> L.
8. <i>Tirpitzia</i> Hallier f.	3. <i>Roucheria</i> Planch.
Subfamilia Hugonioideae	
1. <i>Durandea</i> Planch.	
2. <i>Hebepetalum</i> Benth.	
3. <i>Hugonia</i> L.	
4. <i>Indorouchera</i> Hallier f.	
5. <i>Philbornea</i> Hallier f.	
6. <i>Roucheria</i> Planch.	

En respuesta a los diversos retos que una nación con gran diversidad florística representa, la presente investigación busca contribuir al conocimiento florístico-taxonómico del país, mediante una revisión taxonómica exhaustiva de la familia Linaceae; integrando y actualizando las características morfológicas más apreciables del polen (palinología), además de las convencionales (taxonomía tradicional), en las distintas especies que componen a las Linaceae en México. Lo anterior, redundará en la correcta delimitación del grupo, una mejor comprensión del mismo y abonará al conocimiento de sus relaciones de parentesco evolutivo, que en conjunto constituyen una herramienta robusta y sólida para su uso en diversos campos del conocimiento.

La taxonomía vegetal en México

La taxonomía vegetal es un campo de estudio que se encarga de delimitar, describir, descubrir, nombrar y clasificar a las plantas (Rouhan & Gaudeul 2014). Considerando que México, es rico en flora, y que se encuentra en los primeros lugares a nivel mundial por su número de familias, géneros y especies, es pertinente subrayar que existe un déficit en el número de taxónomos y recursos materiales para realizar la labor de inventariar, resguardar y manejar la diversidad vegetal del país. Amplios espacios geográficos del territorio se encuentran sin explorar, y un gran número de taxones esperan ser descritos para la ciencia (Villaseñor 2015, 2018). Sin duda, existe una urgencia por conocer de manera más precisa la biodiversidad existente con el fin de integrar la información más relevante que brindan las plantas a los programas de manejo de los recursos naturales. Sin embargo, el trabajo que se realiza para recolectar, reconocer, y describir a las especies, es poco entendido y con frecuencia menospreciado en nuestro país. Cabe destacar que los nombres científicos constituyen la hipótesis de trabajo del taxónomo, misma que es utilizada para desarrollar una amplia variedad de líneas de investigación; por ejemplo, genética, conservación, ecología o evolución (Villaseñor 2015). Aunque en México se cuenta con importantes avances en la taxonomía de familias que se consideran complejas y diversas, como Asparagaceae, Anacardiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Burseraceae, Cactaceae, Curcubitaceae, Fabaceae, Iridaceae, Loranthaceae, Orchidaceae, Poaceae y Solanaceae (Chiang *et al.* 1994), aún falta mucho trabajo en el resto de las familias, que, aunque más pequeñas, cuentan con importancia social, cultural, económica y de salud para nuestro país.

Palinología y sus aportes a la taxonomía vegetal

El término “palinología” fue acuñado por Hyde y Williams en 1950 (Hyde 1955), y es una disciplina relativamente reciente, que surge y toma auge tras la invención del primer microscopio compuesto, desarrollado por Hooke en 1665 (Halbritter *et al.* 2018). Si bien, uno de los principales intereses de la palinología, se centra en los patrones específicos de la pared del polen, y como esta se desarrolló y evolucionó dentro de un taxón, las características morfológicas del polen son muy valiosas dentro de la taxonomía vegetal (Ulrich *et al.* 2012, Halbritter *et al.* 2018). Los patrones del polen (p.ej. tamaño, grosor de la exina, simetría, aperturas, etc.) juegan un papel importante en discriminar y definir la diversidad intra, e interespecífica para el reconocimiento de taxones (Lattar *et al.* 2012, Reshmi & Rajalakshmi 2019).

Las características del polen evaluadas críticamente, pueden proporcionar una señal filogenética importante, y cuentan con un valor diagnóstico significativo, ya que pueden apoyar o contradecir los resultados de estudios moleculares (Hesse & Blackmore 2013). Con respecto a los estudios filogenéticos con resultados contradictorios, los datos de polen combinados con otros caracteres morfológicos, se han convertido recientemente en un indicador importante, para proponer la mejor hipótesis evolutiva (Stuessy & Funk 2013, Ulrich *et al.* 2012, 2013). Además, se plantea que para el estudio de las características del polen, que tienen valor taxonómico infraespecífico e interespecífico, y los de niveles jerárquicos superiores como géneros y familias, deben evaluarse mediante un estudio combinado, utilizando microscopía de luz (LM), microscopía electrónica de barrido (SEM), y microscopía electrónica de transmisión (TEM) (Stuessy 1979).

Taxonomía de Linaceae

Linaceae es una familia cosmopolita de plantas con flores, que se distribuye a lo largo de regiones templadas y tropicales del mundo. El grupo se encuentra representado por aproximadamente 260 especies y 14 géneros en dos subfamilias: Linoideae y Hugonioideae. La primera de ellas constituye la subfamilia más grande, se estima que contiene cerca de 210 especies y ocho géneros: *Anisadenia* Wall. ex Meisn., *Cliococca* Bab., *Hesperolinon* (A.Gray) Small, *Linum* L., *Radiola* Hill, *Reinwardtia* Dumort, *Sclerolinon* C.M.Rogers y *Tirpitzia* Hallier f. (Figura 1), de distribución principalmente templada. Mientras que Hugonioideae está representada por los géneros *Durandea* Planch., *Hebepetalum* Benth., *Hugonia* L., *Indorouchera* Hallier f., *Philbornea* Hallier f. y

Roucheria Planch., distribuidos solo en regiones tropicales (McDill & Simpson 2011, Dressler *et al.* 2014). Los únicos representantes de la familia en el norte del continente Americano son *Hesperolinon*, *Linum* y *Sclerolinon*, y solo los dos primeros se han reportado ocurriendo en México (McDill *et al.* 2009, McDill & Simpson 2011).

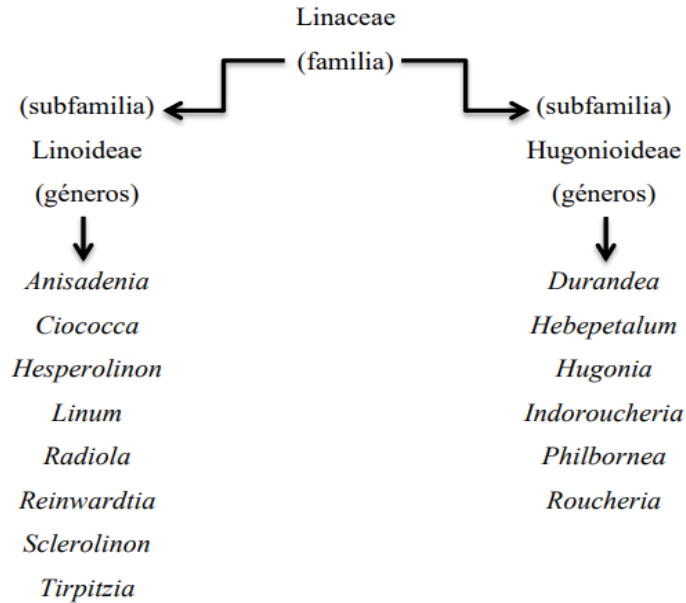


Figura 1. Representación simplificada de la taxonomía de la familia Linaceae (Dressler *et al.* 2014).

***Linum* Linnaeus**

Linum, usualmente conocido como “lino o linaza”, es el género más grande de la familia y habita prácticamente todos los continentes, excepto la Antártida, exhibiendo una compleja distribución biogeográfica (McDill *et al.* 2009, McDill & Simpson 2011). La primera descripción del género, se encuentra en el *Species Plantarum* de 1753 de Carl von Linnaeus (1707-1778). No obstante, la mayoría de la información existente sobre el género, se debe principalmente a su representante agrícola *L. usitatissimum* (Zohary & Hopf 2000, Judd 1995), y hay breves descripciones de cada una de las especies. En general, las plantas de este grupo son hierbas anuales o perennes con hojas alternas, opuestas y/o verticiladas, con flores bisexuales y cinco pétalos (Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019). Entre los caracteres morfológicos más apreciables para la conformación del grupo se encuentran el cáliz en forma de copa, las hojas alternas lanceoladas y los pétalos crenados (Linnaeus 1753).

Debido a que los miembros de *Linum* cuentan con una gran diversidad ecológica y taxonómica, el género muestra una extensa variación en caracteres biológicos y evolutivos. Se observa que la delimitación de los taxones no ha estado exenta de conflictos hasta la actualidad, por ejemplo, hasta la fecha no existe consenso en el número de especies que lo conforman, ya que los reportes informan un número que varía de 180 (McDill *et al.* 2009), 200 (Schneider *et al.* 2016), a 230 especies (Ferrer-Gallego 2014). Otro aspecto de gran importancia se observa en el conocimiento y estudio sistemático de las especies silvestres de *Linum*, y es que no han tenido la suficiente atención a pesar de poseer un gran potencial agroalimentario y farmacéutico (Barrera-Robles *et al.* 2020).

***Hesperolinon* (A.Gray) Small**

Hesperolinon, llamado coloquialmente “lino del oeste”, comprende aproximadamente 13 especies de plantas anuales, restringidas principalmente a suelos serpentinos en la provincia florística de California (Schneider *et al.* 2016). El tipo del género es *Linum californicum* Benth., originalmente descrita por George Bentham en el año de 1848. Los trabajos más recientes han utilizado tradicionalmente el color de la flor, la estructura de la inflorescencia, el número de carpelos y el tamaño de la flor para delimitar los taxones dentro del grupo (O’Donnell 2010, McDill 2012). Cabe destacar que el género presenta un angosto rango geográfico y ecológico, poca diversidad morfológica y un alto grado de especialización, en comparación con el género más grande de la familia (Rogers 1975).

La estrecha relación entre *Hesperolinon* y *Linum* es indiscutible, de hecho, las primeras especies descritas fueron asignadas al género *Linum* (Schneider *et al.* 2016). Sin embargo, con base al distintivo color de las flores, que van del amarillo al naranja o del blanco al rosado, su número reducido de carpelos (dos o tres), la presencia de 17 o 18 pares de cromosomas, la falta de estaminodios, apéndices distintivos en la base de cada pétalo y la unión alterna de pétalos y estambres a una copa estaminal, dichas especies fueron elevadas al rango de sección bajo el nombre de *Hesperolinon* A.Gray, dentro del género *Linum* por Gray (1865). Finalmente y debido a otros rasgos morfológicos distintivos, como los pétalos con uno a tres apéndices ventrales, y dos lóbulos laterales cerca de la base, la sección fue elevada a rango genérico por Small (1907), y tratada como tal hasta la actualidad (Sharsmith 1961, Rogers *et al.* 1972, Rogers 1975, 1984). Sin embargo, hasta la fecha diversos autores han puesto en tela de juicio el rango genérico del grupo,

y se ha sugerido su retorno a *Linum* (McDill *et al.* 2009, Schneider *et al.* 2016). Análisis filogenéticos recientes muestran a *Hesperolinon*, anidando dentro de la sección *Linopsis* de *Linum* (McDill *et al.* 2009, Schneider *et al.* 2016) y algunos caracteres que en un principio eran considerados relevantes para diferenciar ambos grupos (Cuadro 2). En realidad, no cuentan con límites claros para discriminarse entre los dos géneros. Lo anterior expuesto hace evidente la necesidad de un trabajo taxonómico detallado en el grupo.

Cuadro 2. Caracteres de interés taxonómico de *Hesperolinon* y *Linum*. Información tomada de Rogers (1984), Rzedowski & Calderón de Rzedowski (1992, 1994) y Burgos-Hernández & Castillo-Campos (2019).

Caracter	<i>Hesperolinon</i>	<i>Linum</i>
1. Hábito	Hierbas anuales glabras, ocasionalmente pubescentes.	Hierbas o arbustos, anuales o perennes, glabras o pubescentes.
2. Hojas	Simples, alternas, opuestas y/o verticiladas.	Simples, alternas, opuestas y/o verticiladas.
3. Pétalos	Cinco, color amarillo, blanco, rosado, con venas rojizas, unidos en la cumbre del estambre o cerca de ellas, estos a veces se expanden en aurículas.	Cinco, color amarillo, blanco, rosado, amarillento-anaranjado, anaranjado, azul, rara vez rojo o marrón, más largos que los sépalos.
4. Estambres	Cinco, unidos basalmente, sin estaminodios.	Cinco, unidos basalmente, alternando con los sépalos, con cinco estaminodios presentes o ausentes.
5. Ovario	Supero, 2-carpelar o 3-carpelar.	Supero, 5-carpelar.
6. Estilos	Dos o tres.	Cinco, separados a casi completamente unidos
7. Estigmas	Subcapitados.	Capitados a lineales.
8. Fruto	Capsular, dehiscente con el doble de segmentos que carpelos.	Capsular, dehiscente en 10 segmentos, 1 semilla por segmento o 5 segmentos con 2 semillas cada uno.
9. Semillas	Triangulares en sección transversal, de color marrón, frecuentemente moteado más oscuro.	Lenticulares, aplanadas, color café a café-rojizo, oleaginosas, testa mucilaginosa.
10. Polen	Tricolpado.	Tricolpado a multiporado.
11. Cromosomas	17 a 18	Varios 9-36

Trabajos de Linaceae en el mundo

Los esfuerzos para esclarecer la taxonomía de la familia Linaceae se encuentran disgregados, no obstante, las investigaciones para los géneros *Hesperolinon*, *Linum* y *Sclerolinon* de Rogers (1963,

1964, 1969, 1981, 1982, 1984, 1985), siguen proporcionando las bases para los subsecuentes estudios florísticos y taxonómicos del grupo, debido principalmente a la diversidad de enfoques y a la amplitud geográfica que abarcan. En la actualidad, el trabajo taxonómico en Linaceae es escaso, debido a que existe un marcado interés por el estudio filogenético, bioquímico y médico de solo algunas especies. A pesar de lo anterior, se observan esfuerzos dispersos para el tratamiento del grupo, en diferentes niveles jerárquicos. Por ejemplo, Ferrer-Gallego (2014), propuso la tipificación (designación de lectótipos) para *Linum maritimum* L., y *Linum narbonense* L. Talebi *et al.* (2016), informaron de un nuevo registro de *Linum austriacum* var. *album* en Irán, mediante la comparación de rasgos morfológicos y fitoquímicos con los dos taxones más cercanos, *Linum austriacum* var. *austriacum* y *L. glaucum*. Wagensommer *et al.* (2017), dieron a conocer a *Linum elegans* Spruner ex Boissier como un primer registro en la región del Gargano, Italia, que en un principio fue descrita como *Linum campanulatum* L. Adicionalmente, se lectotipifica el nombre de *L. elegans*, con un espécimen conservado en un herbario de la región. En el sudeste asiático (Myanmar) Yang *et al.* (2017), dan a conocer una nueva especie para la ciencia, *Reinwardtia glandulifera* y en Turquía, Yilmaz (2018), hace lo propio al describir y nombrar un nuevo taxón, *Linum ayliniae* Yilmaz.

A pesar de las contribuciones taxonómicas mencionadas en la investigación de las Linaceae, persisten diversas problemáticas como un gran número de sinonimias, errores nomenclaturales y de identificación debido principalmente a la enorme variación morfológica dentro del grupo (Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019). Cabe recordar, que la taxonomía se constituye como una guía para distinguir, ordenar y nombrar de forma inequívoca a los diferentes taxa, no obstante, al no existir revisión taxonómica reciente de los géneros y de la familia en general que proporcione tal guía, se corre el riesgo de perder información relevante para el ámbito alimenticio, médico, genético y para los sistemas agroecológicos (Diederichsen 2019, Barrera-Robles *et al.* 2020).

En lo que respecta a los procesos ornamentales y estructurales tan variados en el grano de polen, estos se han constituido como un criterio taxonómico cada vez más importante (Talebi *et al.* 2014). Un ejemplo, es el uso de los caracteres polínicos por Ockendon (1968, 1971), para diferenciar entre especies del grupo *Linum perenne* L., particularmente cuando los caracteres macroscópicos, han fallado como herramienta taxonómica. En otra investigación, Rogers (1985),

analizó la ornamentación en la superficie del polen, del género monotípico *Cliococca*, encontrando diferencias significativas con *Linum*, y proporcionando evidencia que lo soporta como un género separado.

Destacan en la revisión de la literatura, dos hechos de importancia: primero, el escaso trabajo polínico para la familia Linaceae, sobre todo para las especies del Norte de América, entre los cuales sobresalen los de Saad (1961, 1962), Xavier & Rogers (1963), Erdtman (1964), Xavier (1967), Ockendon (1968, 1971) y Xavier *et al.* (1980); y segundo, el estudio de los caracteres polínicos que no está actualizado, o se ha centrado en pocas especies, o en las variedades de la especie cultivada (Kluza-Wieloch *et al.* 2015, 2018). En general, no hay trabajos taxonómicos del polen, que integren un gran número de especies, o que busquen comparar la morfología de aquellas emparentadas, pero distantes geográficamente.

Los trabajos más recientes de la familia Linaceae, se han centrado primordialmente en establecer las relaciones filogenéticas entre algunas especies del género, mientras que los tratamientos taxonómicos del grupo a nivel mundial son escasos, destacando sobre todo, el abandono del estudio de las especies silvestres (Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019). La conjunción de los caracteres más conspicuos del polen, y los convencionales del grupo, permitirán generar una herramienta integrativa para realizar la correcta circunscripción taxonómica de las especies dentro de la familia.

Trabajos de Linaceae en México

Rzedowski & Calderón de Rzedowski (1994), indican que la mayor parte de los representantes de Linaceae en México prospera en bosques de coníferas, de encino y en los mesófilos de montaña, aunque algunos son característicos de matorrales xerófilos y de pastizales. Rogers (1982), dio a conocer un nuevo registro para la familia en el estado de Jalisco, *Linum mcvaughii* C.M.Rogers, claramente emparentada con *Linum mexicanum* Kunth y *Linum orizabae* Planch., pero con tallos más estriados e inflorescencias más extendidas y ramificadas. Nesom (1983) informó de una nueva especie para el norte de México (Nuevo León), *Linum gypsogenium* Nesom, una hierba perenne similar en habito a *Linum scabrellum* Planch. y *Linum rupestre* Engelm. Por su parte, Arreguín-Sánchez (1985), documentó el hallazgo de una nueva especie de flores azules de distribución restringida al Estado de México, *Linum rzedowskii* Arreguín. Los trabajos florísticos y

taxonómicos de Rogers (1968, 1969, 1984), se siguen considerando los más relevantes para el estudio de la familia en México (Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019).

Estudios florísticos regionales de Linaceae, tal como la “Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes”, describieron 10 especies de *Linum* entre los estados de Guanajuato, Querétaro y Michoacán (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1992), y sugirieron la existencia de 30 especies nativas del género para el país. Dos años después, los mismos autores informaron la presencia de siete especies de *Linum* en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, e indicaron la presencia de 28 especies y dos géneros, *Linum* y *Hesperolinon* (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1994). Destaca que en ninguno de estos trabajos enlista a todas las especies. Recientemente, Burgos-Hernández & Castillo-Campos (2019), realizaron la revisión taxonómica del género *Linum* para el estado de Veracruz. El trabajo concluyó con el aporte de tres nuevos registros formales, el reconocimiento de cuatro especies endémicas, una clave dicotómica y la ampliación del conocimiento de los rangos de distribución geográfica de las especies en ese estado.

A nivel nacional, Villaseñor (2016) enlista en su catálogo de la flora vascular de México, 25 especies de *Linum*, e indica que 12 de ellas son endémicas. Cuatro años después, Barrera-Robles *et al.* (2020), en una revisión exhaustiva de la diversidad de la familia en México, enlistan 27 especies nativas de la familia y al igual que Rzedowski & Calderón de Rzedowski (1994), reportan la presencia de dos géneros, *Linum* y *Hesperolinon*, contradiciendo al mismo tiempo lo registrado por Villaseñor (2016).

Los estudios palinológicos de la familia en México son escasos y se encuentran desactualizados. Xavier y Rogers (1963), informaron las características más apreciables (eje polar, eje ecuatorial y grosor de la exina) del polen en *Linum lewisii* Pursh y *Linum rupestre* Engelm. Xavier (1967) en su tesis doctoral informa a nueve de las 13 especies endémicas del país brindando una breve descripción del grano de polen y algunos datos cuantitativos. Rogers y Xavier (1972), compararon el eje ecuatorial, grosor de la exina, el número y tipo de ornamentaciones de 18 especies de *Linum*, incluidas *Linum australe* A.Heller y *Linum vernale* Wooton. Xavier *et al.* (1980), utilizaron el tamaño, grosor de la exina y la escultura del polen para determinar similitudes y diferencias entre varios grupos, con al menos una docena de especies de *Linum*, incluidas las mexicanas *Linum schiedeanum* Cham. & Schltdl. y *Linum orizabae* Planch. Arreguín-Sánchez *et al.* (1985), describieron el grano de polen de las especies, que se distribuyen en el Valle de México,

incluyeron el número y tipo de aperturas, la relación entre el eje polar y el eje ecuatorial y el grosor de la exina, para *Linum asutrale* var. *glandulosum* C.M.Rogers, *Linum mexicanum* Kunth, *L. orizabae*, *Linum rzedowskii*, *L. schiedeanum* y *L. usitatissimum*. Sin embargo, en los trabajos revisados, no se proporcionan los datos sobre las variaciones en la morfología intraespecífica y no hay un análisis cuantitativo exhaustivo de las mismas. Además, no se cuenta con estudios de especies con rangos limitados de distribución. Integrar y actualizar, de forma sistemática las características morfológicas del polen, puede contribuir a dar certeza taxonómica de las especies, y mejorar la comprensión de las relaciones filogenéticas dentro Linaceae, como ya se ha demostrado en otros grupos de plantas (Sosa & Salgado 2016, Sheidai *et al.* 2018, Tao *et al.* 2018).

Importancia de la familia Linaceae: un grupo de plantas con pasado y futuro

La mayoría de la información existente sobre *Linum* se debe principalmente a su representante agrícola, *Linum usitatissimum* L., que fue la primera planta cultivada, para obtener fibras en el Viejo Mundo, y la base de las primeras industrias textiles del mundo contemporáneo (Zohary & Hopf 2000, Judd 1995). A partir de entonces, variedades de esta especie han sido cultivadas para la obtención de fibras textiles o aceites (FAO 2018). Adicional a lo anterior, el uso de algunas especies como plantas de ornato, se ha incrementado significativamente, debido a la forma y coloración de sus flores como valor agregado (Tork *et al.* 2019).

Esfuerzos integrales en el estudio taxonómico de la flora, no pueden dejar de lado los aspectos sociales, económicos y de la salud. Con respecto a este último aspecto, recientemente los ácidos α -linolénicos y los lignanos de *Linum*, se han estudiado debido a su potencial como antioxidantes y precursores de varios fitoestrógenos (Toure & Xu 2010), así como por su alto valor nutricional. Además, este tipo de metabolitos han mostrado actividad citotóxica y antiviral, en el tratamiento de verrugas genitales (*Condylomata acuminata*) causadas por el virus del papiloma humano (Damayanthi & Lown 1998). Otras investigaciones se centran en la utilidad para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares e inflamatorias, especialmente para el cáncer de mama (Rickard-Bon & Thompson 2003, Singh *et al.* 2011). A pesar de dicha importancia, aún son pocos los trabajos taxonómicos en el grupo, por lo que su correcta circunscripción sigue representando un serio problema.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y otras agencias gubernamentales de México, establecieron la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal (CONABIO 2012), donde en su meta #1 se menciona: “contar con la lista completa e integrada de especies vegetales mexicanas y sus categorías infraespecíficas”. La familia Linaceae es solo uno de los taxones, en donde se requiere un trabajo botánico integral, para obtener una lista confiable. La visión planteada es que para 2030, se logre “incrementar e integrar el conocimiento de la diversidad mexicana. Dichos documentos remarcan la necesidad de contar con un buen conocimiento taxonómico de la flora de México, consolidado además por un adecuado número de taxónomos, participando en su generación (Villaseñor 2015). El desafío actual en la descripción y sistematización del conocimiento de la flora vascular en México, radica principalmente en la dificultad de sintetizar información dispersa, tanto de las colecciones como de las publicaciones científicas, a lo que se suma la falta de trabajo taxonómico *per se* y bases de datos bien curadas de especímenes que respalden la riqueza del país (Villaseñor 2016).

CAPÍTULO I. REVISIÓN TAXONÓMICA DE LA FAMILIA LINACEAE EN MÉXICO

1.1. RESUMEN

Linaceae es un grupo de plantas del orden Malphigiales de distribución cosmopolita. El trabajo taxonómico de la familia, lleva más de dos décadas sin ser actualizado y particularmente en México, no existe ningún trabajo que evalúe la taxonomía de todas sus especies. El presente estudio proporciona una actualización e integración de la taxonomía de las especies de Linaceae distribuidas en México. La revisión se basó en información bibliográfica y análisis de especímenes de herbario. Veinticuatro especies nativas, una introducida y dos variedades pertenecientes a dos géneros fueron reconocidas para la familia, con 13 especies endémicas. Proporcionamos descripciones morfológicas, mapas de distribución, datos fenológicos, de hábitat, ilustraciones y fotos de cada especie, así como una clave dicotómica de identificación. La presente revisión reduce el número de especies nativas de *Linum* presentes en México y respalda la presencia del género *Hesperolinon* en el país. Se requieren de estudios que evalúen el estatus de conservación del grupo, pues varias especies son vulnerables a la degradación y pérdida de hábitat.

Palabras clave: conservación, endemismo, flora de México, *Hesperolinon*, Linoideae, lino, *Linum*.

1.2. INTRODUCCIÓN

La familia Linaceae DC. ex Perleb es un grupo de plantas de distribución cosmopolita, encontrándose en prácticamente todos los continentes excepto en la Antártida, pero con una mayor afinidad hacia las regiones subtropicales y templadas del mundo (McDill *et al.* 2009, McDill & Simpson 2011). Linaceae comprende dos subfamilias, Hugonioideae Mabb. ex Reveal y Linoideae Arn. (Dressler *et al.* 2014), 14 géneros y alrededor de 260 especies, las cuales, presentan una enorme variación morfológica que se atribuye principalmente a la gran diversidad de ambientes donde prosperan, así como a su historia evolutiva (McDill *et al.* 2009, McDill & Simpson 2011, Ruiz-Martín *et al.* 2018, Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019).

En México, la familia se distribuye en regiones de clima árido y moderadamente húmedo a lo largo y ancho del país (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1992, 1994, Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019), sin embargo, el número de especies y géneros que habitan en territorio mexicano es aún controversial. Rzedowski & Calderón de Rzedowski (1992), informaron de un solo género, *Linum* Linnaeus (1753: 277), con 30 taxones habitando territorio mexicano. Dos años más tarde, los mismos autores mencionaron la presencia de 27 especies del mismo género y reconocieron otra más, sin ser descrita, atribuida a *Hesperolinon* (A.Gray) Small (1907: 84) (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1994). Más de dos décadas después, Villaseñor (2016), en su listado de la flora vascular nativa de México, incluyó solo a *Linum* como representante de la familia en el país, con 25 especies y 12 endemismos. Barrera-Robles *et al.* (2020), después de una revisión de bases de datos, literatura y etiquetas de herbario concluyeron que en México se distribuyen dos géneros de la subfamilia Linoideae. *Linum*, conocido comúnmente como “lino” o “linaza”, con 26 especies nativas, 13 endémicas y una introducida (*Linum usitatissimum* Linnaeus (1753: 277)) y *Hesperolinon*, llamado coloquialmente “lino del oeste”, representado por una sola especie, *Hesperolinon micranthum* (A.Gray) Small (1907: 85), presente solo en el norte de Baja California. Sin embargo, estos últimos autores no llevaron a cabo una revisión taxonómica del grupo.

Los aportes que incluyen tratamientos taxonómicos para algunas de las especies con distribución en México se encuentran en los trabajos de Rogers (1968, 1969, 1982, 1984), así como en los de Nesom (1983) y de Arreguín-Sánchez (1985) con sus descripciones de nuevas especies. También, podemos encontrar importantes contribuciones en las floras regionales de Rzedowski &

Calderón de Rzedowski (1992, 1994) para el Bajío y Tehuacán-Cuicatlán, de Arreguín-Sánchez (2001) para el Valle de México, así como de Burgos-Hernández & Castillo-Campos (2019) para el estado de Veracruz. Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con un tratamiento taxonómico que incluya a todas las especies de distribución mexicana. De manera que muchos taxones no han sido incluidos en dichas revisiones y en otros casos, las descripciones taxonómicas llevan décadas sin ser actualizadas, perpetuando así los errores de identificación y sinonimias en nuevas colectas y bases de datos que no han sido curadas.

Entre los problemas más evidentes, se encuentran el de *Linum tenellum* Chamisso & Schlechtendal (1830: 235) y *Linum scabrellum* Planchon (1848: 507), pues ambas suelen confundirse fácilmente debido a su densa pubescencia en partes vegetativas, por lo que es común encontrarlas erróneamente identificadas en las colecciones de los herbarios (Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019). También, se ha reportado la dificultad en el tratamiento de *Linum orizabae* Planchon (1848: 482) y *Linum mexicanum* Kunth (1823: 39), pues ambas cuentan con una morfología y un rango de distribución similar (Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019, Barrera-Robles *et al.* 2020). *Linum nelsonii* Rose (1906: 117) cuenta con una amplia variabilidad morfológica que ha provocado graves errores de identificación y es particularmente confundida con *Linum schiedeanum* Chamisso & Schlechtendal (1830: 234) (Rogers 1984, Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1992, Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019).

Por su parte, la presencia del género *Hesperolinon* en México ha sido puesta en duda, lo que puede deberse a su calidad de restringido, pues el género es endémico a la provincia florística de California (Rogers 1975, Schneider *et al.* 2016) y de las 13 especies que incluye, solo *H. micranthum* extiende su rango de distribución fuera de Estados Unidos de América, hacia el noroeste de México (Schneider *et al.* 2016, Jepson eflora 2021). A lo anterior, se suma su escasa representación en herbarios del país, así como la ausencia de trabajos abordando esta controversia.

En la actualidad, no se cuenta con un tratamiento taxonómico completo de las lináceas mexicanas, las descripciones existentes no han sido actualizadas por más de cuatro décadas y los errores taxonómicos y nomenclaturales no han sido resueltos, por lo que gran parte de su taxonomía permanece oscura. Con la finalidad de cubrir estos vacíos de información, el objetivo de la presente investigación fue llevar a cabo una revisión taxonómica exhaustiva de las lináceas distribuidas en México para dar claridad en su circunscripción, número de especies y géneros, así

como actualizar su información. Se proporcionan claves dicotómicas, información relativa a su fenología, ecología, vegetación, fotos, ilustraciones y mapas de distribución.

1.3. MATERIALES Y MÉTODOS

Con base en la revisión de los antecedentes de la literatura taxonómica de la familia Linaceae en México, se elaboró una lista preliminar de las especies. El listado sirvió como guía para la revisión del material herborizado de los especímenes colectados en territorio nacional de los herbarios: ANSM, CHAP, CHAPA, CIB, CIIDIR, ENCB, F, GH, HAL, IBUG, IEB, INEGI, K, MICH, MEXU, MO, ND, NY, PH, SLPM, UAMIZ, UC, US, WU, XAL e YU (acrónimos de acuerdo con Thiers 2022). Los protólogos, ejemplares digitalizados y los bases de datos disponibles de todas las especies estudiadas, fueron consultados en los reservorios digitales Red de Herbarios del Noroeste de México (<https://herbanwmex.net/portal/>), Jepson eflora (<http://ucjeps.berkeley.edu>), JSTOR Global Plants (www.plants.jstor.org), The International Plant Name Index (www.ipni.org), The Catalogue of Life 2020 Annual Checklist (Roskov *et al.* 2020) y Tropicos (www.tropicos.org).

Los especímenes fueron corroborados y en algunos casos reidentificados desde el punto de vista morfológico mediante el empleo de un estereomicroscopio (Stemi 2000-C, Carl Zeiss, Cd. Mx., México). Se utilizó literatura especializada como listados florísticos (Guzmán-Lucio *et al.* 2013, Villaseñor 2016, Ulloa-Ulloa *et al.* 2017, Barrera-Robles *et al.* 2020), claves dicotómicas (Rogers 1963, 1964, 1968; Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019), monografías (Rogers 1984, Flora of North America Editorial Committee 2016), floras regionales (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1992, 1994, Arreguín-Sánchez 2001, Stafford 2011, Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2020) e imágenes derivadas de los trabajos previamente mencionados. Las descripciones realizadas incluyen información fenológica, hábitat, distribución, altitud y tipos de vegetación asociados a cada una de las especies.

El estatus de conservación y de riesgo de las especies fue verificado en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2020) y en la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT 2010). Los endemismos se determinaron de acuerdo con las descripciones de estudios especializados (Nesom 1983, Rogers 1984, Arreguín-Sánchez 1985, Alanis-Flores *et al.* 2011, Martínez-de la Cruz *et al.* 2018, Barrera-Robles *et al.* 2020), listados florísticos (Villaseñor 2016), datos de distribución en bases digitales nacionales e internacionales (www.snib.mx,

www.gbif.org, www.ipni.org, www.tropicos.org), así como de información contenida en las etiquetas de herbario.

Los mapas de distribución para cada especie se generaron mediante el programa ArcGis 10.2.2 (ESRI 2014), utilizando los sitios de colecta del material herborizado. Cuando en las etiquetas de herbario no se contó con los datos de las coordenadas geográficas del sitio de colecta o era detectado como erróneo, fue corregido o complementado con ayuda del programa Google® Earth Pro-2018.

1.4. RESULTADOS

Tratamiento taxonómico

Linaceae DC. ex Perleb (1818: 107).

Descripción:—*Hierbas* o arbustos, anuales o perennes. *Hojas* simples, enteras, aserradas o denticuladas, alternas, opuestas y/o verticiladas, sésiles o subsésiles, venación pinnada, con o sin estípulas, a menudo provistas de glándulas estipulares, glabras, pubescentes o puberulentas. *Inflorescencia* axilar o terminal, en forma de cima, panícula, panícula cimosa o racimo, rara vez corimbo, excepcionalmente solitarias. *Flores* hermafroditas, actinomorfas; *sépalos* 4–5, imbricados, libres o unidos en la base, por lo general persistentes, enteros o glandular-denticulados; *pétalos* 4–5, imbricados o convolutos, libres o unidos en la base, con frecuencia caducos, de colores diversos; *estambres* 4–5, rara vez 10(–15) o numerosos, en verticilo, filamentos unidos en la base, anteras 2-locular, dehiscencia longitudinal, estaminodios presentes o ausentes; *estilos* de igual número que lóculos, filiformes, libres o fusionados hasta cerca del ápice, estigmas 2–5, capitados, subcapitados o filiformes, *ovario* súpero, (2–)5-locular o de forma aparente (4–)10-locular por la presencia de falsos septos, óvulos 1–2 por lóculo, anátropos, placentación axilar o apical-axilar. *Fruto* capsular septicida, rara vez loculicida, dehiscente en la madurez en 4–10 segmentos; *semillas* comprimidas, oleaginosas, endospermo abundante, escaso o ausente, embrión recto.

Clave para géneros de Linaceae en México:

1. Carpelos, estilos y estigmas 2 o 3, fruto dehiscente en 4 o 6 segmentos..... *Hesperolinon*
2. Carpelos, estilos y estigmas 5, fruto dehiscente en 5 o 10 segmentos..... *Linum*

Hesperolinon (A.Gray) Small, (1907: 84).

Tipo:—*Hesperolinon californicum* (Benth.) Small, N. Amer. Fl. 25: 86. 1907.

Descripción:—*Hierbas* anuales, delgadas, glabras, ocasionalmente pubescentes o puberulentas; *tallos* erectos o extendidos, a veces ligeramente decumbentes, no ramificados o ramificados desde la base o a partir de la inflorescencia, glabros o pubescentes. *Hojas* enteras o con glándulas marginales, las basales en verticilos de 4, las distales opuestas o alternas, sésiles o subsésiles, con o sin glándulas estipulares. *Inflorescencia* terminal, en panícula cimosa, a veces condensada. *Flores* con 5 *sépalos*, imbricados, connados en la base, persistentes, enteros o con glándulas marginales, glabros o vilosos; *pétalos* 5, amarillos, blancos a rosados, convolutos, venación rojiza, presencia de apéndices adaxiales basales más o menos conspicuos, estos a veces se expanden en aurículas; *estambres* 5, estaminodios ausentes; *estilos* 2–3, libres, estigmas capitados o subcapitados, *ovario* súpero, 2 o 3-locular, o 4 o 6-locular debido a la presencia de falsos septos. *Fruto* capsular septicida, ovoide, dehiscente en 4 o 6 segmentos, glabros; *semillas* 4 o 6, triangulares en sección transversal, marrón, frecuentemente con un moteado más oscuro, testa mucilaginoso, endospermo abundante.

Hesperolinon micranthum (A.Gray) Small, (1907: 85.) (Figura 2).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. California: Mariposa County, Mt. Bullion, *Bolander* 4854 (Holotipo: GH!, Isotipos: DS, UC!).

Linum micranthum A.Gray (1868: 333).

Descripción:—*Hierbas* de 5–50 cm de alto, glabras a escasamente puberulenta en la parte basal; *tallos* ligeramente decumbentes, lisos, ramificados desde la base, glabros, glándulas estipulares



Figura 2. *Hesperolinon micranthum* (A.Gray) Small (NY!).

generalmente presentes en la base. **Hojas** enteras, las basales verticiladas, las distales alternas, lineares o estrechamente oblongas, de (5.5)10.0–20.0(–30.0) mm × (0.3)1.5–2.5(–3.0) mm, sésiles, ápice agudo a obtuso, glabras, glándulas estipulares presentes solo en las basales. **Inflorescencia** en panícula cimosa, pedicelos de 3.9–14.6(–30.0) mm de longitud, a veces más largos en el fruto, **brácteas** de 0.9–1.3 mm de longitud, margen entero, ápice agudo; **sépalos** enteros o con glándulas marginales diminutas, lanceolados, de 1.0–3.0 mm × 0.6–0.9 mm, ápice ligeramente acuminado, glabros; **pétalos** blancos a rosa-pálidos, oblanceolados, de 1.5–3.5 mm de longitud, glabros; **estambres** de 1.5–2.5 mm de longitud, anteras moradas o morado-oscurecidas, de 0.3–1.0 mm de largo; **estilos** 3, libres, de 0.5–1.0(–2.0) mm de longitud, estigmas capitados, **ovario** 3 o 6-locular debido a la presencia de falsos septos. **Fruto** ovoide, de 1.3–1.5 mm × 1.3–1.4 mm, pericarpio delgado, ápice agudo, dehiscente en 6 segmentos, glabro; **semillas** 6, de 1.1–1.3 mm × 0.4–0.6 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en el norte de Baja California (Figura 3).

Hábitat y ecología:—Bosque de escuamifolios y chaparral. Elevación 50–2000 m. Frecuente en suelos serpentinos.

Fenología:—Floración de marzo a agosto, fructificación de mayo a octubre.

Nota:—Aunque la especie no es endémica a México, tiene una distribución restringida a la provincia biogeográfica de Californiana (Delgadillo 1998, Morrone 2006). *Hesperolinon micranthum* es la única especie del género reportada (Springer 2009, Schneider *et al.* 2016, Jepson *et al.* 2019), y corroborada en el presente estudio que alcanza su rango de distribución en México. De acuerdo al material revisado, la especie se distingue claramente de las de *Linum* distribuidas en el país, por el número de carpelos, estilos y estigmas, así como por la dehiscencia del fruto.

Estado de conservación:—Debido a lo restringido de su distribución y a que su hábitat ha venido sufriendo diversas presiones antropogénicas (Morrone 2019), *H. micranthum* pudiera estar en alguna categoría de riesgo.

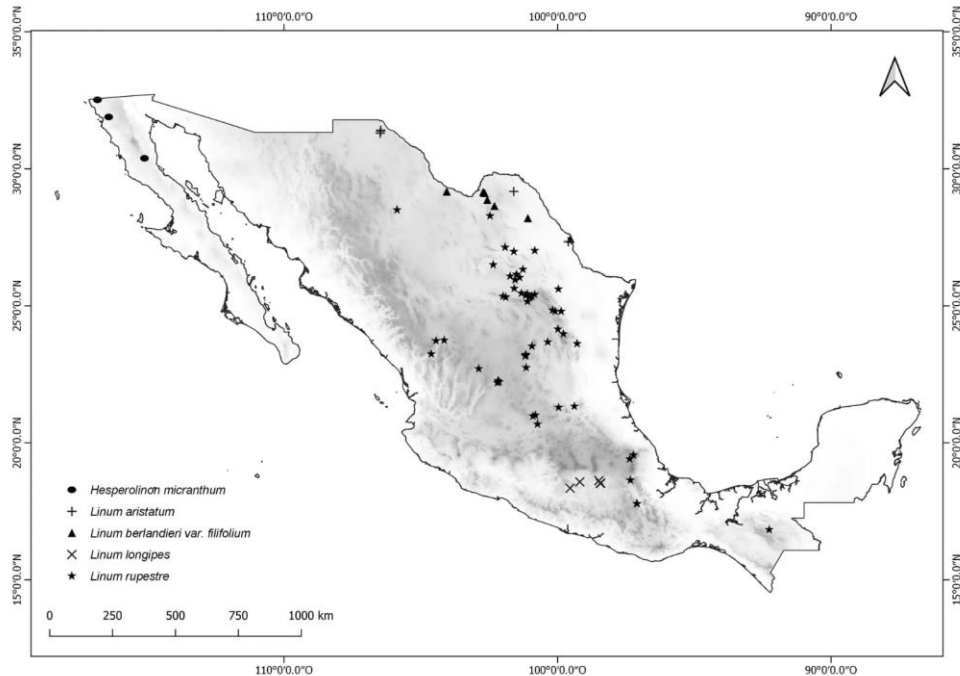


Figura 3. Distribución de *H. micranthum* (A.Gray) Small, *L. aristatum* Engelmann, *L. berlandieri* var. *filifolium* C.M.Rogers, *L. longipes* Rose y *L. rupestre* Engelmann en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares).

Especímenes examinados:—MÉXICO. **Baja California:** Ensenada, Rancho Caliente, 22/mayo/1971, *I.L. Wiggins* 21556 (ENCB!); Tecate, Cerro Jesús María, 770 m, 30°31'00"N 116°49'00"W, 9/mayo/1970, *R. Moran* 17565 (ENCB!); Tecate, Cerro Matomí, 1300 m, 30°23'00"N 115°06'00"W, 4/mayo/1973, *R. Moran* 20820 (ENCB!).

Linum Linnaeus (1753: 277).

Tipo:—*Linum usitatissimum* L., N. Amer. Fl. 25: 67. 1907.

Adenolinum Reichenbach (1837: 306).

Cathartolinum Reichenbach (1837: 306). Tipo:—*Cathartolinum pratense* Reichenbach (1907: 74).

Mesynium Rafinesque (1836: 33).

Nezera Rafinesque (1836: 64).

Descripción:—**Hierbas**, a veces arbustos, anuales o perennes, glabras, puberulas, parcial o totalmente pubescentes; **tallos** erectos o extendidos, ocasionalmente decumbentes, no ramificados o ramificados desde la base o a partir de la inflorescencia, glabros o pubescentes. **Hojas** enteras,

dentadas o glandular-dentadas, alternas, opuestas y/o verticiladas, sésiles o subsésiles, con o sin glándulas estipulares. **Inflorescencia** terminal, en panícula cimosa o racimos, rara vez en corimbos o solitarias. **Flores** con 5 *sépalos*, imbricados, unidos en la base, comúnmente persistentes, rara vez deciduos, enteros, laciniados, ciliados, dentados o glandular-dentados, glabros o pilosos; **pétalos** 5, amarillos, blancos, rosados, amarillento-anaranjados, anaranjados o azules, rara vez rojos o marrón-carminesí, más largos que los sépalos; **estambres** 5, provistos de 5 estaminodios pequeños o ausentes; **estilos** 5, libres, connados en la base o fusionados hasta 1/2 o más de su longitud, filiformes, estigmas capitados o lineares, **ovario** súpero, 5-locular o 10-locular por la presencia de septos falsos. **Fruto** capsular septicida, ovoide, elipsoide o triangular-ovoide, dehiscente en 5 o 10 segmentos, glabros o pilosos; **semillas** 10, lenticulares, aplanadas, elipsoides a ampliamente elipsoides, marrón a marrón-rojizas, testa mucilaginosa, endospermo escaso.

Clave para las especies de *Linum* en México:

- 1. Fruto dehiscente en 5 segmentos..... 2
 - 2. Corola amarilla..... 3
 - 3. Raíz delgada, tallo puberulento en la base, fruto ovoide..... 4
 - 4. Glándulas estipulares ausentes, a veces presentes solo en algunas partes, entonces poco conspicuas..... *L. australe*
 - 4. Glándulas estipulares presentes en toda la planta, muy conspicuas..... *L. australe* var. *glandulosum*
 - 3. Raíz gruesa, tallo glabro, fruto elipsoide..... *L. aristatum*
 - 2. Corola amarilla-anaranjada a salmón con base vino a rojiza..... 5
 - 5. Tallos total o localmente pilosos..... 6
 - 6. Planta hirsutulosa en la base; sépalos glabros; fruto con pericarpio delgado translucido..... *L. berlandieri* var. *filifolium*
 - 6. Planta densamente gris-puberulenta hasta la inflorescencia; sépalos puberulentos; fruto con pericarpio grueso opaco..... *L. puberulum*
 - 5. Tallos totalmente glabros..... 7
 - 7. Hojas basales alternas, sépalos deciduos, 3-nervados; anteras rojo-ladrillo; estigmas gris a vino..... *L. elongatum*

7. Hojas basales opuestas, sépalos persistentes, 1-nervados; anteras marrón; estigmas rojo-oscuro.....	<i>L. vernale</i>
1. Fruto dehiscente en 10 segmentos.....	8
8. Corola azul.....	9
9. Tallos erectos o ascendentes.....	10
10. Pedicelos vilosos, anteras blancas, estigmas capitados.....	<i>L. lewisii</i>
10. Pedicelos glabros, anteras amarillas-brillante, estigmas lineares a claviformes.....	<i>L. usitatissimum</i>
9. Tallos rastreros o postrados.....	<i>L. rzedowskii</i>
8. Corola amarilla, amarilla-anaranjada, blanca o rosada.....	11
11. Plantas densamente pubescentes en todas sus partes.....	12
12. Hojas basales opuestas; brácteas con glándulas estipulares, conspicuas; pétalos amarillos-anaranjados, pilosos en la base	<i>L. scabrellum</i>
12. Hojas basales verticiladas; brácteas superiores sin glándulas estipulares; pétalos amarillos, glabros.....	<i>L. tenellum</i>
11. Plantas glabras o localmente pubescentes.....	13
13. Tallos decumbentes.....	14
14. Hojas ampliamente ovadas o elípticas, escariosas; anteras de 0.7–1.2 mm de longitud.....	<i>L. cruciata</i>
14. Hojas estrechamente oblanceoladas a obovadas, a estrechamente elípticas, rugosas; anteras de 0.5 mm de longitud.....	<i>L. lasiocarpum</i>
13. Tallos erectos.....	15
15. Hierbas anuales.....	16
16. Hojas basales verticiladas, obovadas; sépalos 3-nervados; estilos fusionados hasta cerca del ápice; fruto completamente amarillo-pálido.....	<i>L. longipes</i>
16. Hojas basales opuestas, elíptico-oblanceoladas; sépalos 1-nervados; estilos libres; fruto amarillo con tintes morados en la parte superior.....	<i>L. neomexicanum</i>
15. Hierbas perennes.....	17
17. Raíz gruesa.....	18
18. Hojas basales opuestas o verticiladas; estigmas marrón-claro; fruto amarillo con tintes morados en la parte superior.....	19

19. Estilos libres o connados en la base..... *L. orizabae*
19. Estilos fusionados hasta la mitad o hasta cerca del ápice..... *L. mexicanum*
18. Hojas basales alternas; estigmas amarillos; fruto completamente amarillo..... *L. flagellare*
17. Raíz delgada..... 20
20. Fruto glabro..... 21
21. Fruto amarillo con tintes morados en la parte superior; pétalos blancos o rosados..... *L. pringlei*
21. Fruto completamente amarillo; pétalos amarillos a amarillo-verdosos..... 22
22. Hojas basales alternas u opuestas..... *L. rupestre*
22. Hojas basales verticiladas..... 23
23. Hojas con glándulas estipulares en la base; pedicelos de 0.1–2.0 mm de longitud; brácteas de 2.0–3.0 mm de longitud; sépalos de 2.0–5.0 x 1.0–1.5 mm, semillas marrón-rojizas..... *L. schiedeanum*
23. Hojas sin glándulas estipulares en la base; pedicelos de 3.5–14.7 mm de longitud; brácteas de 0.6–1.1 mm de longitud; sépalos de (1.2)1.7–1.8 x 0.5–0.7 mm; semillas marrón-pálido..... *L. modestum*
20. Fruto pubescente en el ápice..... *L. nelsonii*

Linum aristatum Engelman (1848: 101). (Figura 4).

Tipo:—MÉXICO. Chihuahua: near Carizal south of El Paso. *Wislizenus 101* (Holotipo: MO!, Isotipo: GH!).

Cathartolinum aristatum Small (1907: 83).

Mesyinium aristatum (Engelm.) W.A.Weber (1984: 3).

Descripción:—*Hierbas* anuales, de 10–45 cm de alto, glabras, raíz principal gruesa; *tallos* extendidos, ascendentes, rígidos, en forma de escoba, estriados, ramificados desde la base, glabros. *Hojas* enteras, alternas, a veces las basales opuestas, lineares, de (4.8)5.0–20.0 mm × 0.3–1.1 mm, sésiles, ápice agudo a acuminado, punta blanquecina a traslucida, 1-nervadas, membranosas, glabras, glándulas estipulares presentes en la base negras. *Inflorescencia* en panícula cimosa,

ramas largas generalmente difusas, pedicelos delgados de 6.2–34.0 mm de longitud, *brácteas* de 5.5–9.0 mm longitud, ápice acuminado, margen glandular dentado, glándulas estipulares ausentes; *sépalos* deciduos, linear-lanceolados, escariosos, de 6.4–7.5 mm de longitud, glandular-dentados, ápice largamente atenuado, 3-nervados, nervio central evidente, sin glándulas estipulares; *pétalos* amarillos a amarillo-anaranjados, obovados, de 8–12 mm de longitud, glabros; *estambres* de 5–7 mm de longitud, glabros, anteras elípticas, de 0.7–1.1(1.2) mm de longitud, amarillas, estaminodios ausentes; *estilos* fusionados hasta cerca del ápice, de 4.5–7.0 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* elipsoide, claramente más largo que ancho, de 3.5–4.0 mm × 2.5–3.0 mm, glabro, pericarpio delgado, ápice obtuso, dehiscente en 5 segmentos; *semillas* elípticas, marrón oscuro, de 2.5–3.0 mm × 0.8–1.0 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Chihuahua, Coahuila y Tamaulipas (Figura 3).

Hábitat y ecología:—Bosque de escuamifolios, encinares, encinares-pinares, matorral inerme o subinerme parvifolio, pastizales, pinares, vegetación de desiertos áridos arenosos. Elevación (300)1100-3100 m. Suelos secos arenosos tipo feozem, litosol, luvisol, regosol, vertisol y xerosol.

Fenología:—Floración de mayo a agosto, fructificación de agosto a noviembre.

Nota:—El fruto pálido, elipsoide y de testa delgada, además de los sépalos estrechos y largamente atenuados, forman el conjunto de caracteres diagnóstico que hacen de *L. aristatum* una especie fácil de reconocer con respecto al resto de las especies con dehiscencia en 5 segmentos.



890016

INSTITUTO DE BIOLOGIA
S.G.C.
HERBARIO NACIONAL
MEXICO

COLEGIO DE POSTGRADUADOS
UNIVERSIDAD DE CHAPA
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRICOLAS Y ZOOTECNICAS

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
cm
copyright reserved

9920-9935



No. REC.		FAM.	
NOMBRE CIENTIFICO <i>Linum aristatum</i> Engelm.			
PAIS	ESTADO	MUNICIPIO	
Mexico	Chihuahua		
LOCALIDAD Area of high sand dunes 5 km. N of Samalayuca on the Juárez highway			
MAPA			
LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	
31°24'30" N	106°28'W	1250 m.	
TIPO VEGETACION de desiertos arenosos		PRIM.	SEC.
INF. AMBIENTAL high dunes of fine pale quartz sand		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUELO fine sand, eolian			
ASOCIADA Sporobolus spp., Poliomntha, Yucca elata, Tripterocarpus, Reverchonnia.			
ABUNDANCIA		FORMA BIOLÓGICA	TAMAÑO
AN.	PERENNE	OTROS DATOS	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
FRUTO		FLOR	
NOMBRE LOC.		FECHA COL.	
		28 Oct 1972	
USOS		DET.	
COL.			No.
T. L. Wendt, F. Chiang & M. C. Johnston			9920-9922

HERBARIO MEXICANO
LINACEAE
CZCZA
Colegio de Postgraduados
Linum aristatum Engelm. !
Gonzalez-Velasco, J. Junio 2021
Proyecto Taxonomía de la familia Linaceae en México

Figura 4. *Linum aristatum* Engelm.

Estado de conservación:—Las áreas donde prospera *L. aristatum* han sido utilizadas con fines turístico-recreativos y también se ha reportado sobrepastoreo, desarrollo industrial y crecimiento urbano (Fernández *et al.* 2014), por lo que podría estar amenazada en cierta medida.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Chihuahua:** Along hiway 45, 112 miles N of Gallego, 1250 m, 18/julio/1975, *Wallace et al.* 136 (ENCB!); Juárez, 4.8 miles S of Samalayuca, 1275 m, 31°18'00"N 106°29'00"W, 19/agosto/1971, *J. Henrickson* 5780 (MEXU!); Juárez, 5 km N of Samalayuca, 1250 m, 31°24'30"N 106°27'36"W, 28/octubre/1972, *T.L. Wendt et al.* 9922 (MEXU!). **Coahuila:** Gravelly mesas near Díaz, 742 m, 29°10'24.81"N 101°36'0.97"W, 17/abril/1900, *C.G. Pringle* 8312 (MEXU!). **Tamaulipas:** Nuevo Laredo, Sandy upland fourteen miles south of Nuevo Laredo, 141 m, 27°20'25.11"N 99°36'19.33"W, 24/marzo/1944, *N.T. Heard & F.A. Barkley* 14604 (MEXU!).

Linum australe A.Heller (1898: 627). (Figura 5).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. New Mexico: 4 mi E of Santa Fe, *Heller & Heller* 3724 (Holotipo: NY!, Isotipos: F!, GH!, K!, KANU, KSC, MO, MSC, NEB, US).

Cathartolinum australe Small (1907: 81).

Linum aristatum var. *australe* (A. Heller) Kearney & Peebles (1939: 485).

Mesynium austral (A. Heller) W.A.Weber (1984: 3).

Descripción:—*Hierbas* anuales, de 10–55 cm de alto, puberulentas en la parte inferior, glabras o casi glabras en la superior, raíz delgada; *tallos* erectos, estriados, por lo común ramificándose desde la base, glaucos, puberulentos. *Hojas* enteras, las superiores a veces ligeramente glandular-dentadas, involutas, alternas, lineares, de 4.0–20.0 mm × 0.5–2.0 mm, sésiles, ápice agudo a acuminado, punta blanquecina, 1-nervadas, coriáceas, glabras, glándulas estipulares presentes. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos 2.0–15.0 de mm longitud, estriados; *brácteas* de (3.9)4.0–6.0 mm de longitud, margen escarioso, glandular-dentado, a veces con manchas moradas, ápice agudo, glándulas estipulares presentes o en algunas ausentes; *sépalos* deciduos,



Figura 5. *Linum australe* A.Heller.

linear-lanceolados, de 4.0–6.0 mm × (0.9)1.0–1.5 mm, margen escarioso, glandular-dentado, ocasionalmente con manchas rojizo-moradas, ápice cuspidado-aristado, punta blanquecina, 1-(3)-nervados, glándulas estipulares presentes o ausentes; *pétalos* amarillo-claros a amarillo-anaranjados, oblanceolados u obovados, de 6.0–10.0 mm de longitud; *estambres* 3.0–7.0 mm de longitud, anteras de 0.5–1.0(1.1) mm de longitud, amarillas, estaminodios ausentes; *estilos* fusionados hasta cerca del ápice, de 2.0–6.0 mm de longitud, estigmas capitados. *Fruto* ovoide, de 3.0–3.2 mm × 2.4–4.0 mm, glabro, pericarpio grueso, ápice obtuso, dehiscente en 5 segmentos; *semillas* elípticas, marrón-rojizas, de 2.0–3.0 mm × 0.8–1.0 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Baja California, Chihuahua, Coahuila y Durango (Figura 6).

Hábitat y ecología:—Bosque de abetos u oyameles, encinares, encinares-pinares, matorral espinoso con espinas laterales y pinares. Elevación 1500-2700 m. Suelos montanos principalmente andosol, cambisol, feozem, fluvisol, litosol, regosol, rendzina, vertisol, xerosol y yermosol.

Fenología:—Floración y fructificación de agosto a septiembre.

Nota:—*L. australe* es la única especie en su área de distribución que tiene flores amarillas, que es glabra más allá de la base y que posee estilos connados casi hasta el ápice. Los tallos y pedicelos fuertemente estriados a sulcados en la parte distal son un carácter distintivo de la especie. Su distribución en la parte norte se superpone con la de *L. aristatum*, sin embargo se pueden diferenciar, ya que esta última especie presenta un hábito mucho más ramificado y un fruto con pericarpio delgado.

Estado de conservación:—Debido a su amplia distribución en Norteamérica no se encuentra bajo alguna amenaza.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Baja California:** Sierra San Pedro Mártir, canyon at base of Cerro Botella Azul, 2700 m, 19/julio/1988, *S. Boyd & A. Liston 2700* (MEXU!). **Chihuahua:** Road between Babicora and Yepomera, 2500 m, 8/abril/1977, *Bennett et al. 821* (CHAPA!). **Coahuila:** Acuña, 75 km al noroeste de Ciudad Acuña, 565 m, 29°34'56"N 101°43'31"W, 29/mayo/2016, *J. A. Encina et al. 5415* (ANSM!). **Durango:** Súchil, Hacienda El Mortero, 1970 m, 15/septiembre/2001, *N. Almaraz et al. 60* (CIIDIR!).

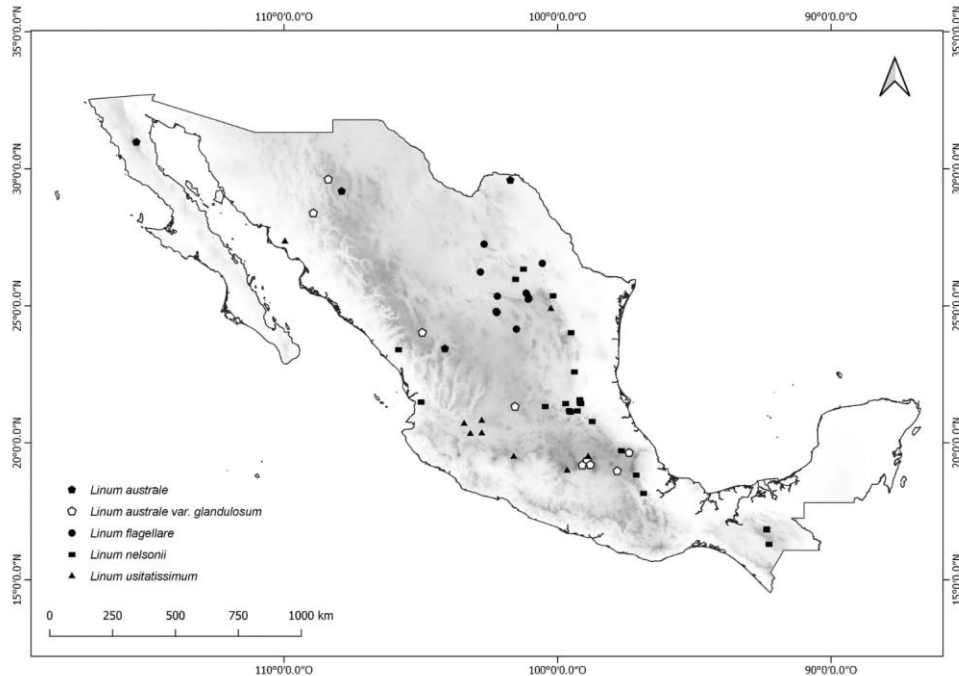


Figura 6. Distribución de *L. australe* A.Heller, *L. australe* var. *glandulosum* C.M.Rogers, *L. flagellare* H.J.P.Winkler, *L. nelsonii* Rose y *L. usitatissimum* Linnaeus en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares).

Linum australe var. *glandulosum* C.M.Rogers (1964: 336). (Figura 7).

Tipo:—MÉXICO. Durango: Otinapa, *Palmer 465* (Holotipo: US!, Isotipos: F!, GH, MO, NY!).

Mesynium australe (C.M. Rogers) W.A.Weber (1984: 3).

Descripción:—*Hierbas* con glándulas estipulares negras, muy prominentes en todas las hojas, las brácteas y la base de los sépalos.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México se le suele encontrar en la Ciudad de México, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Puebla, Sonora y Veracruz (Figura 6).

Hábitat y ecología:—Bosque de escumifolios, encinares-pinares, nopaleras, pastizales, encinares, matorral inerme o subinerme parvifolio y pinares. Elevación 1500-2650 m. Suelos montanos, principalmente de ceniza roja tipo acrisol, andosol, cambisol, feozem, litosol, luvisol y regosol.

Fenología:—Floración y fructificación de mayo a septiembre.

Nota taxonómica:—Las glándulas estipulares negras y prominentes de *L. australe* var. *glandulosum* en los nudos, las hojas, las brácteas y los sépalos, permiten diferenciar claramente a la variedad de la especie.

Estado de conservación:—Si bien la variedad tiene una distribución amplia en el país, cuenta con pocos ejemplares en los herbarios y podría encontrarse en riesgo en las áreas del centro de México, debido principalmente a los grandes núcleos de población y la constante pérdida del hábitat (Rodríguez-Echeverry & Leiton 2021).

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Chihuahua:** Chuhuichupa, near Chuhuichupa, 2148 m, 29°36'36"N 108°22'48"W, 1/agosto/1936, *H. LeSueur 132* (MO!). **Ciudad de México:** Milpa Alta, Paraje de Cuauhte, 2650 m, 4/julio/1976, *A. Ventura A. 1727* (IEB!). **Durango:** Durango, 18 miles west of Durango, 24/julio/1964, *C.M. Rogers 13183* (MEXU!). **Estado de México:** Ixtapaluca, Cerro del Pino, 2300 m, 01/noviembre/1972, *M.L. Arreguín 346* (MEXU!); Tlalmanalco, Tramo Tlalmanalco-Amecameca, 2260 m, 12/septiembre/1976, *J. García P. 199* (CHAPA!). **Guanajuato:** León, 41 km al NE de León, 2450 m, 14/julio/1987, *Rzedowski 43752* (IEB!). **Puebla:** Acatzingo, San Juan Ocozoc, 2110 m, 18°59'00"N 97°47'00"W, 1/julio/1907, *G. Arsené 1921* (MEXU!). **Sonora:** Yecora, 0.2 km north of Yecora and road to Agua Blanca, 1540 m, 28°22'46"N 108°55'37"W, 15/julio/1997, *A.L. Reina et al. 780* (MEXU!). **Veracruz:** Perote, Sierra entre Mastaloyan y Frijol Colorado, 2650 m, 19°38'00"N 97°23'00"W, 25/agosto/1984, *G. Castillo C. et al. 3288* (XAL!).



Figura 7. *Linum australe* var. *glandulosum* C.M.Rogers.

Linum berlandieri var. *filifolium* (Shinners) C.M.Rogers (1984: 39). (Figura 8).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas: Brewster County, *McVaugh* 7798 (Holotipo: SMU, Isotipos: F, GH!, MICH).

Linum rigidum var. *filifolium* Shinners (1949: 136).

Descripción:—*Hierbas* anuales, ocasionalmente perennes, de 5–40 cm de alto, glabras o hirsutulosas cerca de la base, raíz delgada; *tallos* erectos, extendidos, ascendentes, estriados, ramificando desde la base, esencialmente glabros, hirsutulosos en la base. *Hojas* enteras o las distales con pocos dientes marginales diminutos, las basales opuestas o alternas, las distales alternas, lineares a linear-lanceoladas, de (4.5)10.0–25.0 mm × (0.5)1.0–4.0 mm, las más grandes cerca o arriba de la parte media del tallo, sésiles, ápice acuminado, 3-nervadas, escariosas, glabras, glándulas estipulares pequeñas presentes en la base. *Inflorescencia* en panícula cimosa, densa, pedicelos de 2.8–4.5 mm de longitud, estriados, *brácteas* de 3.8–6.3 mm de longitud, margen con pocos dientes diminutos, ápice acuminado, blanquecino, glándulas estipulares en la base; *sépalos* deciduos, lanceolados, de (4.9)6.0–12.0 mm × 1.2–1.5 mm, margen con dientes glandulares prominentes, a veces escarioso, ápice agudo o atenuado, generalmente 3-nervados, glabros, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillo-anaranjados, rojizos a rojos-ladrillo por debajo de la mitad, ampliamente obovados, de 11.0–19.0 mm de longitud, glabros; *estambres* de 4.0–9.0 mm de longitud, anteras amarillas, estrechamente elípticas, de 1.0–2.0 mm de longitud, estaminodios ausentes; *estilos* fusionados hasta cerca del ápice, de 6.0–9.0 mm de longitud, amarillos, estigmas capitados, gris oscuro. *Fruto* ampliamente ovoide a triangular-ovoide, de 3.6–4.7 mm × 3.0–4.0 mm, pericarpio delgado, translucido, ápice obtuso, dehiscente en 5 segmentos; *semillas* estrechamente ovadas, marrón-rojizo, de 2.6–3.4 mm × 1.0–1.6 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Chihuahua, Coahuila y Nuevo León (Figura 3).

Hábitat y ecología:—Bosque de escumifolios, crasi-rosulifolios espinosos, encinares, izotales, matorral inerme o subinerme parvifolio, selva baja espinosa perennifolia. Elevación 200–1750 m. Suelos arenosos, rocosos, a veces calcáreos tipo castañozem, feozem, litosol, planosol, regosol, rendzina y xerosol.



Figura 8. *Linum berlandieri* var. *filifolium* (Shinners) C.M.Rogers.

Fenología:—Floración y fructificación de marzo a junio.

Nota:—En México solo se distribuye esta variedad de la especie. La presencia de brácteas con un ápice acuminado blanquecino y el fruto capsular con pericarpio delgado algo translucido, permiten la separación de *L. berlandieri* var. *filifolium* de *L. berlandieri*.

Estado de conservación:—Su distribución en unos pocos estados del norte del país y su poca representación en herbarios, podría indicar la posibilidad de algún riesgo.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Chihuahua:** Manuel Benavides, Sierra Rica arroyo El Pedregoso, 1743 m., 29°10'12"N 104°02'58"W, S/F, A. Juárez *P. 165* (MEXU!, SLPM!). **Coahuila:** Villa Acuña, Serranías del Burro Rcho El Bonito, 29°01'30"N 102°07'30"W, 4/mayo/1981, D.H. Riskind 2362 (ANSM!); 2.5 km of Rancho El Jardin on the road toward Mina El Popo, 1600 m, 29°07'00"N 102°40'00"W, 28/julio/1973, M.C. Johnston et al. 11840 (MEXU!); 5.2 rd miles NW of Rancho El Jardin towards Mina Popo, 1645 m s.n.m., 29°09'00"N 102°43'00"W, 2/Julio/1973, J. Henrickson & B. Prigge 11460 (MEXU!); 17 miles S of Allende along Hwy 57, 500 m, 28°12'00"N 101°05'00"W, 3/mayo/1977, J. Henrickson & E. Lee 16025 (MEXU!); 22 km ESE of La Cuesta del Plomo on the Múzquiz-Boquillas highway, 1000 m, 28°38'38"N 102°18'18"W, 7/junio/1972, F. Chiang et al. 7543 (MEXU!); 52 miles SE of Big Bend National Park basin in the S end of the Sierra Maderas del Carmen in Cañon del Alamo, 1450 m, 28°52'00"N 102°34'00"W, 5/agosto/1976, J. Henrickson & B. Prigge 14916 (MEXU!). **Nuevo León:** Hwy. 85, ca. 4 mi. SW of Nuevo Laredo, 14/noviembre/1958, R.C. Rollins & R.M. Tryon 5802 (MEXU!).

Linum cruciata Planchon (1848: 499). (Figura 9)

Tipo:—MÉXICO. Nayarit: Tepic, Sinclair s.n. (Holotipo: K!).

Cathartolimum cruciata Small (1907: 77).

Linum gracilentum M.E. Jones (1929: 148). Tipo: —MÉXICO. Nayarit: Tepic, M.E. Jones 22882 (Isotipos: GH, UC, US).



Figura 9. *Linum cruciatum* Planchon.

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 15–50 cm de alto, esencialmente glabras, raíz delgada; *tallos* decumbentes hacia la base, ramificados desde la base, glabros en la parte basal, pilosos en la parte distal, cerca de los nudos e inflorescencia. *Hojas* basales enteras, en verticilos de 4, las distales dentadas, alternas, ampliamente ovadas o elípticas, de 5.4–13.8 mm × (3.2)3.3–8.3 mm, sésiles o subsésiles, entonces peciolo viloso, ápice obtuso a subagudo, apiculado, 1-nervadas, más evidente en el envés, ligeramente escariosas, glabras o escasamente pilosas, glándulas estipulares presentes en la base. *Inflorescencia* en panícula cimosa, con ramas extendidas, pedicelos vilosos, de (1.5)3.0–6.0 mm de longitud, *brácteas* de 1.9–4.3 mm de longitud, margen dentado, con glándulas pedunculadas, ápice agudo, glándulas estipulares presentes, negras; *sépalos* persistentes, lanceolados, a veces bastante estrechos, de (1.8)2.4–3.0 mm × 0.4–0.8 mm, margen con dientes glandulares conspicuos, ápice agudo a subacuminado, 3-nervados, nervio central evidente, glabros; *pétalos* amarillo-claros, de 4.0–6.0 mm longitud, glabros; *estambres* de 3.0–4.0 mm de longitud, anteras de 0.7–1.2 mm de longitud, amarillas-claro, estaminodios diminutos; *estilos* libres, de 2.5–4.3 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* ampliamente ovoide, de (1.1)1.3–1.7 mm × 1.1–2.0 mm, escasamente piloso por encima de la parte media, pericarpio delgado, ápice agudo, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos poco desarrollados; *semillas* ampliamente ovadas, marrón, de 0.8–0.9 mm × 0.7–0.8 mm.

Distribución:—En México en Durango, Jalisco, Nayarit, Querétaro, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas (Figura 10).

Hábitat y ecología:—Bosque caducifolio, encinares, encinares-pinares, pinares, selva alta perennifolia, selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia, selva baja subperennifolia. Elevación 1300-1900 m. Suelos tipo cambisol, litosol, regosol vertisol y xerosol.

Fenología:—Floración y fructificación de marzo a julio.

Nota:—Endémica a México. Es la única especie del género en su área de distribución, con una combinación de caracteres de hojas verticiladas y sépalos con dientes glandulares conspicuos. Adicionalmente, *L. cruciata* presenta estilos libres, pedicelos cortos y vilosos, lo que permite diferenciarla de una eventual controversia con *L. longipes*.

Estado de conservación:—Por su condición de endémica, lo poco frecuente de sus colectas y por su distribución en las laderas occidentales de la Sierra Madre Occidental, es probable que se encuentre amenazada (Shirk *et al.* 2018, Gutiérrez-García & Ricker 2019).

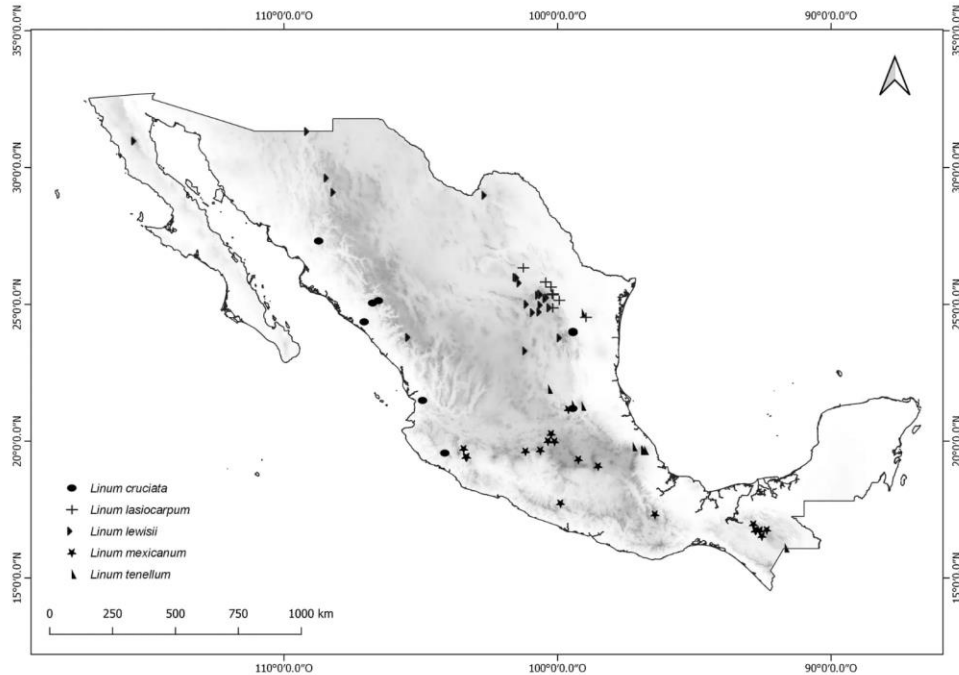


Figura 10. Distribución de *L. cruciata* Planchon, *L. lasiocarpum* Rose, *L. lewisii* Pursh, *L. mexicanum* Kunth y *L. tenellum* Chamisso & Schlechtendal en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares).

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Durango:** Canelas, 1200 m al Norte de Canelas, 5/marzo/1986, *M. Vizcarra* 265 (CHAP!, CHAPA!, CIIDIR!, IBUG!, IEB!, MEXU!, UAMIZ!); Steep side canyons of the Río Tamazula, 1300 m, 20/marzo/1972, *D.E. Breedlove* 24527 (ENCB!). **Jalisco:** Autlán, Sierra de Manantlán, 1900 m, 19°32'00"N 104°14'00"W, 23/marzo/1965, *R. McVaugh* 23219 (ENCB!). **Nayarit:** Tepíc, near Tepíc, 1588 m, 21°29'18.31"N 104°56'0.16"W, 5/enero/1892, *E. Palmer* 2013 (US!). **Querétaro:** Jalpan, a 5 km al SE de Jalpan, 1400 m, 1/mayo/1982, *P. Tenorio & R. Hernández* 316 (MEXU!). **Sinaloa:** Capadero, Sierra Tacuichamona, 12/febrero/1940, *H.S. Gentry* 5583 (MEXU!); Capadero, Sierra Tacuichamona, 12/febrero/1940, *H.S. Gentry* 5585 (MEXU!). **Sonora:** Alamos, Entre San Bernardino y Chinipas, 1250 m, 27°19.3'00"N 108°44'00"W, 18/marzo/1992, *G. Ferguson et al. s.n.* (ARIZ!). **Tamaulipas:** 3 km al Sureste de Puerto Purificación, 2/junio/1990, *F. González M. et al.* 17402

(MEXU!); 7 km al Sureste de Puerto Purificación, 6/junio/1990, *F. González M. et al. 17467* (MEXU!).

Linum elongatum (Small) H.J.P.Winkler (1931: 116). (Figura 11).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas: Laredo, *Reverchon 3776* (citado originalmente como *Bush 3776*) (Holotipo: NY!, Isotipos: MO, US!).

Cathartolinum elongatum Small (1907: 82).

Descripción:—*Hierbas* anuales, ocasionalmente perennes, de 15–30 cm de alto, glabras, raíz gruesa; *tallos* erectos a ascendentes, estriados, ramificados desde la base, ramas difusas, glabros. *Hojas* enteras, a veces glandulares, alternas, lineares, de 5.0–25.0 mm × 0.5–1.0(1.5) mm, sésiles, ápice agudo, 1-nervadas, nervación más evidente en el envés, escariosa, glabras, glándulas estipulares presentes, a veces solo en la base de las hojas distales. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos de 5.2–10.4 mm de longitud, *brácteas* 3.2–6.3 mm de longitud, margen dentado, ápice acuminado, con glándulas estipulares en la base; *sépalos* deciduos, lanceolados, de 6.0–11.0 mm × 1.4–1.8 mm, margen glandular-dentado, ápice atenuado, 3-nervados, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillo-anaranjados a salmón o rojo-parduzcos, con una banda prominente de color vino debajo del centro, ampliamente obovados, de 14.0–18.0 mm de longitud; *estambres* de 5.0–6.0 mm de longitud, anteras de 1.5–2.5 mm de longitud, rojo-ladrillo, estaminodios ausentes; *estilos* fusionados hasta cerca del ápice, de 7.0–9.5 mm de longitud, estigmas capitados, grises a vinos. *Fruto* ovoide, de 4.0–4.3 mm × 3.0–3.7 mm, glabro, pericarpio grueso, ápice obtuso, dehiscente en 5 segmentos; *semillas* estrechamente elípticas, marrón-rojizo, de 2.3–3.0 mm × 1.2–1.3 mm.



Figura 11. *Linum elongatum* (Small) H.J.P.Winkler.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Tamaulipas (Figura 12).

Hábitat y ecología:—Matorral espinoso con espinas laterales. Elevación 0-300 m. Suelos arenosos compactos tipo xerosol.

Fenología:—Floración de febrero a mayo, fructificación de marzo a agosto.

Nota:—En su hábitat, durante el periodo de floración, la especie es fácilmente distinguible debido al color de sus pétalos con su distintiva banda color vino próxima al centro, anteras color rojo-ladrillo y estigmas color gris a vino, que en conjunto proveen caracteres diagnóstico. Los tallos de la especie son fuertemente estriados. Destaca que los especímenes depositados en los herbarios de México son escasos.

Estado de conservación:—La restringida distribución de la especie a una estrecha área de Texas y el norte de México en Tamaulipas (Mosquin & Hayley 1967), su escasa representación en herbarios, así como lo llamativo de sus flores, hacen probable que la especie sea objeto de presiones ambientales y se encuentre bajo amenaza.

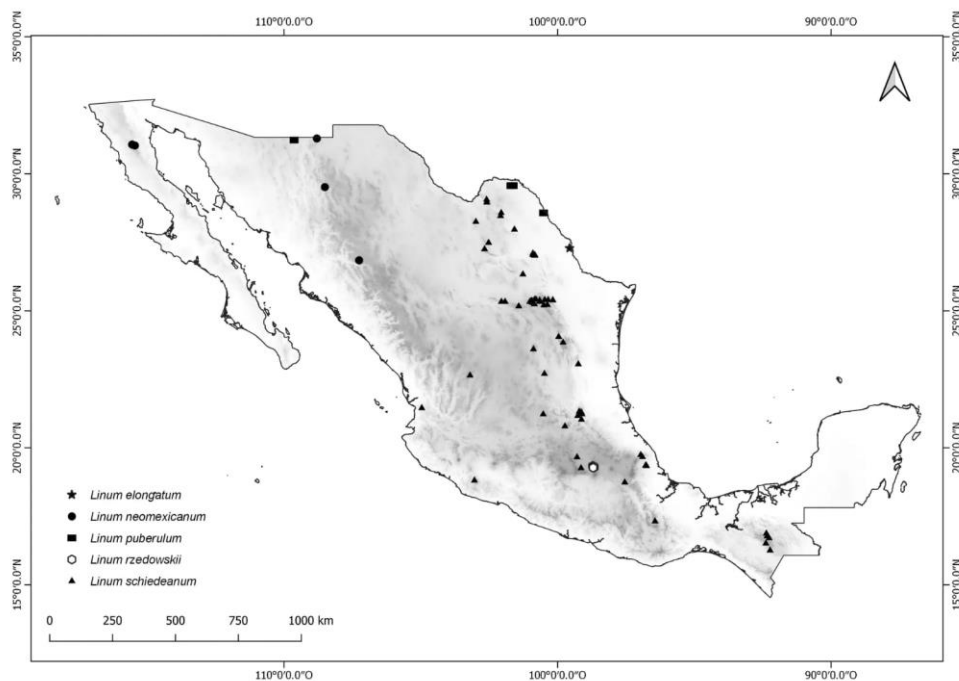


Figura 12. Distribución de *L. elongatum* (Small) H.J.P.Winkler, *L. neomexicanum* Greene, *L. puberulum* A.Heller, *L. rzedowskii* Arreguín y *L. schiedeanum* Chamisso & Schlechtendal en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares).

Ejemplares examinados:—MÉXICO. Tamaulipas: Nuevo Laredo, Along Hwy 2, 5 mi E of junction with Hwy 85, 28/agosto/1976, C.M. Rogers 13477 (CIIDIR!).

Linum flagellare H.J.P.Winkler (1931: 116). (Figura 13).

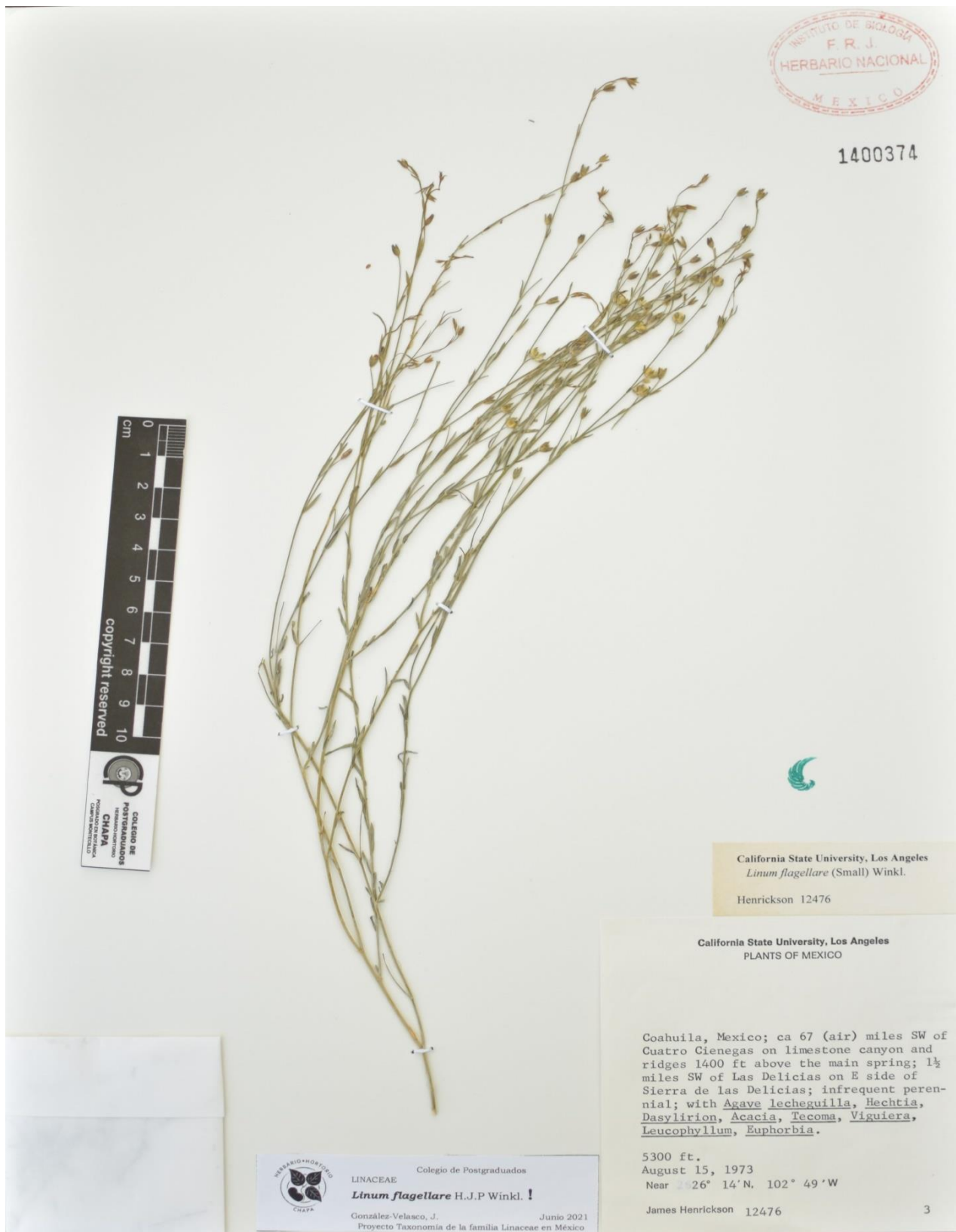
Tipo: —MÉXICO. Coahuila: Parras, Purpus 1122 (Holotipo: NY!, Isotipos: F, GH!, MO, UC).

Cathartolinum flagellare Small (1907: 78).

Linum coahuilense C.M. Rogers (1964: 279). Tipo:—MÉXICO. Coahuila. 10 mi W of Saltillo, Correll & Johnston 21403 (LL).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 25–40 cm de alto, glabras, glaucas, raíz gruesa; *tallos* erectos, más o menos ramificados en todas partes, glabros. *Hojas* enteras, alternas, a veces las basales opuestas, lineares a linear-lanceoladas, de (5.0)11.0–17.0 mm × (0.5)0.7–1.7 mm, sésiles, ápice ligeramente acuminado, 1-nervadas, coriáceas, glabras, glándulas estipulares generalmente ausentes, a veces presentes solo en las hojas basales. *Inflorescencia* en panícula cimosa, más o menos difusa, ramas delgadas, pedicelos de 2.1–8.3 mm de longitud, *brácteas*, de 2.2–2.7 mm de longitud, margen entero, ápice acuminado; *sépalos* persistentes, estrechamente lanceolados, de 2.0–5.6 mm × 0.9–1.3 mm, margen escarioso, con dientes glandulares escasos, ápice extremadamente agudo, 1-nervados, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillos, cuando secos rojos-parduzcos, estrechamente angostos o ablancoados, de 4.0–8.0 mm de longitud, glabros; *estambres* de 2.0–4.0 mm de longitud, anteras de 0.6–1.0 mm de longitud, amarillas, estaminodios diminutos, a veces ausentes; *estilos* connados en la base a fusionados a la mitad de su longitud, de 1.4–2.4 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* ampliamente ovoide, de 2.4–3.3 mm × 2.3–2.6 mm, glabro, pericarpio delgado, ápice puntiagudo, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, septos escasamente ciliados pero conspicuos a lo largo del margen; *semillas* elíptica, marrón-claro, de 1.6–2.0 mm × 1.0–1.2 mm.

Distribución:—En México en Coahuila, Nuevo León y Zacatecas (Figura 6).



INSTITUTO DE BIOLOGÍA
F. R. J.
HERBARIO NACIONAL
MEXICO

1400374



California State University, Los Angeles
Linum flagellare (Small) Winkl.
Henrickson 12476

California State University, Los Angeles
PLANTS OF MEXICO

Coahuila, Mexico; ca 67 (air) miles SW of Cuatro Ciénegas on limestone canyon and ridges 1400 ft above the main spring; 1½ miles SW of Las Delicias on E side of Sierra de las Delicias; infrequent perennial; with Agave lecheguilla, Hechtia, Dasyllirion, Acacia, Tecoma, Viguiera, Leucophyllum, Euphorbia.

5300 ft.
August 15, 1973
Near 26° 14' N. 102° 49' W

James Henrickson 12476

3

HERBARIO MEXICANO
LINACEAE Colegio de Postgraduados
***Linum flagellare* H.J.P. Winkl. !**
González-Velasco, J. Junio 2021
Proyecto Taxonomía de la familia Linaceae en México

Figura 13. *Linum flagellare* H.J.P. Winkler.

Hábitat y ecología:—Cardonales, crasi-rosulifolios espinosos, encinares, encinares-pinares, izotales, matorral inerme o subinerme parvifolio, selva alta o mediana subperennifolia, selva baja espinosa caducifolia, tetecheras, vegetación de desiertos áridos arenosos. Elevación 1400-2250 m. Suelos tipo feozem, litosol, regosol y xerosol.

Fenología:—Floración de marzo a septiembre, fructificación de marzo a octubre.

Nota:—Endémica a México. *Linum flagellare* es variable en hábito, tamaño de flores, presencia de glándulas estipulares y unión de estilos. Por lo general se confunde con *L. rupestre* que es mucho más común, y a la que se parece en el hábito, pero de la que se puede diferenciar por la ausencia de glándulas estipulares en la mayoría de las hojas, estilos mucho más pequeños connados en la base o unidos hasta la mitad de su largo o hasta casi la mitad de su largo. Adicionalmente, los pétalos presentan una coloración rojo-parduzca al secarse, caracter que persiste y que se logra observar en los especímenes de herbario que fueron revisados.

Estado de conservación:—Por su condición de endémica y debido a que su hábitat se ve constantemente amenazado por actividades antrópicas (CONABIO 2021) podría considerarse amenazada.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Coahuila:** Parras, Sierra de Parras, 2000 m, 25°21'00"N 102°12'00"W, 19/septiembre/1993, *G. Nesom et al.* 7645 (MEXU!); Saltillo, Suroeste de la Sierra de Zapalinamé, 2013 m, 25°14'32"N 101°04'13"W, 15/abril/2015, *J.A. Encina & J.M. Cárdenas V.* 4429 (ANSM!); Saltillo, Slope near Las Barrancas, 3/mayo/1959, *D.S. Correll & I.M. Johnston* 21403 (CHAPA!, MEXU!); Saltillo, Sierra de Zapalinamé, 2245 m, 25°15'26"N 101°03'19"W, 16/agosto/2014, *J.A. Encina et al.* 3903 (CIIDIR!); 1.5 miles SW of Las Delicias, 1615 m snm, 26°14'00"N 102°49'00"W, 15/agosto/1973, *J. Henrickson* 12476 (MEXU!); 3 km al S de El Frayle, 1953 m, 25°00'47"N 101°20'06"W, 1/octubre/2016, *M.A. Ayala-Ramos et al.* 60 (MEXU!); 30 km WSW of Villa Ocampo, 1600 m, 27°15'00"N 102°41'00"W, 26/septiembre/1986, *J. Henrickson & L. Woodruff* 20376 (MEXU!). **Nuevo León:** Bustamante, Bustamante Canyon, 496 m, 26°32'58.45"N 100°33'18.68"W, 13/agosto/1988, *T.F. Patterson* 6591 (TEX!). **Zacatecas:** Concepción del Oro, km 199 de la carretera Zacatecas-Saltillo, 1850 m, 7/mayo/1977, *J. García P.* 316 (CHAPA!); 2.5 miles NNE of Estación Camacho, 1860 m, 24°47'00"N 102°13'00"W, 25/septiembre/1973, *J. Henrickson* 13520 (MEXU!); 5 km by road

WSW of Caopas, 1940 m, 24°46'00"N 102°12'40"W, 28/marzo/1973, *M.C. Johnston et al. 10453* (MEXU!); 7.5 km by road WSW of Caopas on road to Camacho, 1890 m, 24°45'20"N 102°13'30"W, 28/marzo/1973, *M.C. Johnston et al. 10449* (MEXU!).

Linum lasiocarpum Rose (1909: 274). (Figura 14).

Tipo:—MÉXICO. Nuevo León, near Monterrey, *Pringle 10209* (Holotipo: US!, Isotipos: CM, F, GH!, MICH, MO, MSC, NY!, UC!).

Descripción:—*Hierbas* anuales, de 15–40 cm de alto, glabras, raíz delgada; *tallos* ligeramente decumbentes, extendiéndose hacia la inflorescencia, ramificados desde la base, glabros. *Hojas* enteras, las basales en verticilos de 4, estrechamente oblanceoladas a obovadas, las distales opuestas y alternas, estrechamente elípticas, de (4.0)6.0–23.0 mm × 1.7–6.8 mm, subsésiles, ápice obtuso, 1-nervadas, nervación más evidente en el envés, rugosas, pelos ocasionales cerca de los nudos y las bases de las hojas, glándulas estipulares prominentes presentes en la base. **Inflorescencia** en panícula cimosa, ramificada, ocupando más de la mitad de la altura de la planta, pedicelos de 0.8–2.1 mm de longitud, vilosos, *brácteas* de 2.2–4.1 mm de longitud, margen glandular-dentado, ápice agudo, glándulas estipulares prominentes presentes en la base; *sépalos* persistentes, lanceolados, de 1.7–2.5 mm × 0.5–1.0 mm, glándulas marginales sésiles conspicuas, ápice agudo a acuminado, 3-nervados, glándulas estipulares presentes; *pétalos* amarillos, estrechamente obovados, de 3.0–4.0 mm longitud, glabros; *estambres* de 2.0–3.0 mm de longitud, anteras de 0.5 mm de longitud, amarillas-claro, estaminodios diminutos; *estilos* libres, de 2.0 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos-claro. **Fruto** ampliamente ovoide, de 1.2–2.1 mm × 1.3–2.0 mm, escasamente hirsuto sobre el medio, pericarpio delgado, ápice puntiagudo, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos poco desarrollados, septos verdaderos con algunos pelos marginales; *semillas* ovadas, marrón-pálido, de 0.9–1.2 mm × 0.6–0.7 mm.

Distribución:—En México en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Figura 10).

Hábitat y ecología:—Encinares, encinares-pinares, pastizales. Elevación 600–2100 m. Suelos tipo castañozem, feozem, litosol, vertisol y xerosol.

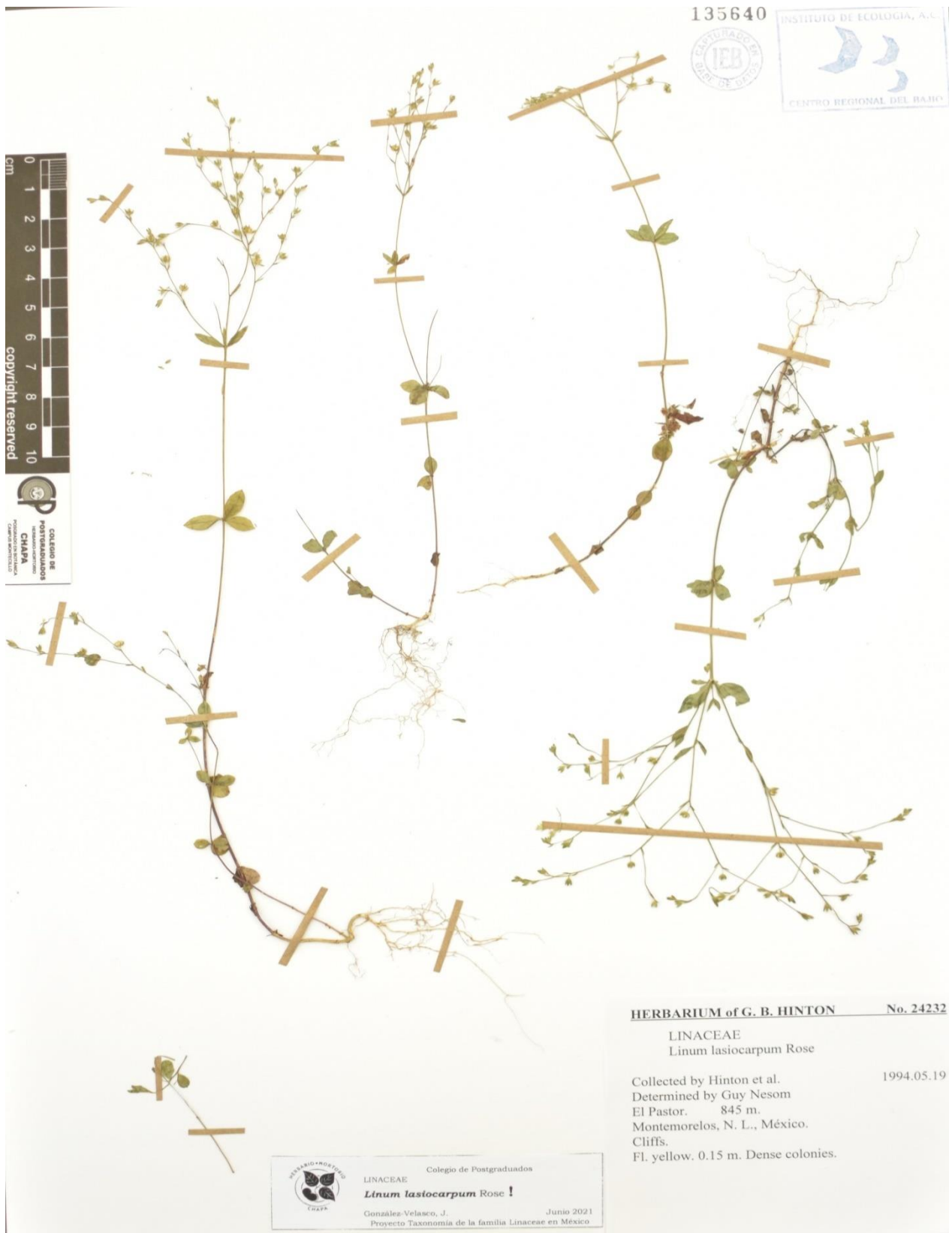


Figura 14. *Linum lasiocarpum* Rose.

Fenología:—Floración y fructificación de marzo a junio.

Nota:—Endémica a México. Si bien las glándulas estipulares prominentes en la base de las hojas, las brácteas y los pedicelos vilosos separan fácilmente a *L. lasiocarpum* de las especies norteañas, esto no sucede con su pariente más cercano, *L. nelsonii*. Sin embargo, la nervadura en el envés de las hojas, las glándulas marginales de los sépalos y los frutos agudos e hirsutos, en conjunto, permiten separar claramente a *L. lasiocarpum* de *L. nelsonii*.

Estado de conservación:—Debido a su restringido rango de distribución en un solo tres estados de la República Mexicana, indicaría la posibilidad de algún riesgo para *L. lasiocarpum*.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Coahuila:** Castaños, Sierra La Gavia, 1351 m, 26°19'60"N 101°15'00"W, 12/mayo/1992, *M.H. Mayfield et al. 1321* (TEX!). **Nuevo León:** Galeana, 6 km E of Potosí, 2100 m, 3/julio/1984, *Hinton et al. 18725* (CHAPA!); Montemorelos, El Pastor, 845 m, 19/mayo/1994, *Hinton et al. 24232* (ANSM!, CIIDIR!, IEB!, MEXU!); Monterrey, Northwestern outskirts of Monterrey, 29/marzo/1973, *C.M. Rogers 13455* (MEXU!); Monterrey, Foothills of the Sierra Madre, 610 m, 15/abril/1906, *C.G. Pringle 10209* (MEXU!); Santiago, La Nogalera, 950 m, 16/junio/1994, *Hinton et al. 24409* (ANSM!, IEB!); Santiago, Cola de Caballo, 800 m, 25°23'00"N 100°10'00"W, 20/junio/1984, *J.A. Villarreal & M.A Carranza 2778* (ANSM!); Santiago, El Manzano, 1600 m, 19/mayo/2004, *E. Estrada et al. 16139* (ANSM!). **Tamaulipas:** San Carlos, Sierra de San Carlos, 1134 m, 24°31'00"N 98°57'01"W, 17/junio/1987, *G. Nesom et al. 6053* (TEX!).

Linum lewisii Pursh (1813: 210). (Figura 15).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Missouri: In the valleys of the Rocky Mountains and on the banks, *M. Lewis s.n.* (Holotipo: PH!).

Linum sibiricum var. *lewisii* (Pursh) Lindley (1828: 1163).

Linum perenne var. *lewisii* (Pursh) Eaton & C.Wright (1840: 302).

Linum perenne subsp. *lewisii* (Pursh) Hultén (1947: 1122).

Adenolinum lewisii (Pursh) Á.Löve & D.Löve (1982: 348).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 5–80 cm de alto, glabras o casi glabras, raíz gruesa; *tallos* erectos, ascendentes, estriados, ramificados cerca de la base, esencialmente glabros. *Hojas* enteras, alternas, lineares a linear-lanceoladas o linear-oblanceoladas, de 5.0–30.0 mm × 0.7–2.0(–4.5) mm, sésiles, ápice agudo, 1-nervadas, rugosas, glabras, glándulas estipulares ausentes. ***Inflorescencia*** en panícula cimosa, pedicelos escasamente vilosos, de 5.0–16.5(–20) mm de longitud, *brácteas* de 3.2–6.4(8.0) mm de longitud, margen entero, ápice agudo, escasamente vilosas; *sépalos* persistentes, elípticos a elíptico-ovados, de 2.6–5.0 mm × 1.8–3.7 mm, margen entero, escarioso, blanquecino, ápice agudo, 1–3-nervados, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* azules, obovados, de 6.0–15.0(–23.0) mm de longitud, glabros; *estambres* de 3.0–10.0 mm de longitud, anteras de 1.0–1.7(–2.2) mm de longitud, blancas, estaminodios presentes, delgados; *estilos* libres, de 1.5–6.5(–12.0) mm de longitud, estigmas capitados, amarillos-claro. ***Fruto*** ampliamente ovado, de 4.6–7.0 mm × 4.4–6.8 mm, glabro, pericarpio grueso, ápice agudo a apiculado, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, ciliados; *semillas* lanceolado-ovadas, marrón-oscuro, lustrosas, de 2.5–4.5 mm × 1.5–3.0 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Tamaulipas (Figura 10).

Hábitat y ecología:—Bosque de abetos u oyameles, bosque de escuamifolios, crasirosulifolios espinosos, encinares, izotales, matorral inerme o subinerme parvifolio, pastizales, pinares, selva baja espinosa perennifolia, bosque caducifolio y matorral espinoso con espigas laterales. Elevación 1500–3700 m. Suelos tipo cambisol, castañozem, feozem, litosol, luvisol, planosol, regosol, rendzina, vertisol y xerosol.

Fenología:—Floración y fructificación de abril a octubre.



Figura 15. *Linum lewisii* Pursh.

Nota:—*Linum lewisii*, se puede confundir con *L. usitatissimum*, sin embargo, los sépalos más cortos que el fruto con márgenes escariosos blanquecinos, un porte más pequeño y los estilos capitados la diferencian de esta última.

Estado de conservación:—Dado el gran número de ambientes donde prospera, no se considera que se encuentre bajo amenaza.

Ejemplares examinados —MÉXICO. **Baja California:** San Pedro Mártir, Sierra de San Pedro Mártir, 2560 m, 30°58'00"N 115°25'00"W, 19/junio/1985, *R.F. Thorne et al.* 60925 (MEXU!). **Chihuahua:** Madera, Colonia Chuhuichupa, 2240 m, 24/junio/1990, *A. Benítez* 1382 (ANSM!, CHAP!, CIIDIR!, IEB!, UAMIZ!); Madera, Rancho La Ciénega, 2500 m, 31/agosto/1990, *O. Bravo B.* 1391 (CHAP!, CIIDIR!, UAMIZ!). **Coahuila:** Arteaga, Las Vigas Sierra de Arteaga, 2600 m, 25°20'00"N 100°39'00"W, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza* 3784 (ANSM!, CIIDIR!); Arteaga, Sierra de Los Lirios, 3600 m, 3/julio/1943, *E. Lyonnet* 4003 (CHAP!, IEB!); Cerro San Pedro near N.L., 2200 m, 24°46'00"N 100°47'30"W, 22/agosto/1974, *T. Wendt et al.* 627 (CHAPA!); Cima de Sierra La Marta, 3600 m, 25/octubre/1984, *McDonald & Gómez* 1247 (XAL!); Cima de Sierra La Viga, 3300 m, 25/octubre/1984, *McDonald & Gómez* 1211 (XAL!); Ramos Arizpe, Cañon del Carmen, 1400 m, 25°59'10"N 101°28'30"W, 5/agosto/1975, *M.F. Robert & J. Passini* 4498 (ANSM!); Ramos Arizpe, Sierra de La Paila, 2000 m, 25°58'00"N 100°25'00"W, 31/octubre/1987, *J.A. Villarreal et al.* 4156 (ANSM!); Ramos Arizpe, Cañon Loma Prieta, 1600 m, 25°51'00"N 101°30'00"W, 23/octubre/1985, *J.A. Villarreal et al.* 3110 (ANSM!); Saltillo, Carretera 54 a 1 km al S de Guadalupe Victoria, 1950 m, 24°59'53"N 101°04'84"W, 25/septiembre/2013, *F. Meraz et al.* 108 (CIIDIR!); Saltillo. Sierra La Viga, 3700 m, 22/agosto/1986, *McDonald* 2087 (XAL!); Sierra Coahuilon, 3500 m, 18/junio/1985, *McDonald* 1512 (XAL!); Sierra Coahuilon, 2500 m, 22/julio/1985, *McDonald* 1725 (XAL!); Sierra de la Marta, 3580 m, 16/junio/1985, *McDonald* 1433 (IBUG!, XAL!); Sierra Maderas del Carmen, 2250 m, 28°59'00"N 102°36'30"W, 3/agosto/1974, *T. Wendt & A. Adamcewicz* 458 (CHAPA!). **Durango:** Pueblo Nuevo, El Salto, 2650 m, 23°47'26.2"N 105°23'48.9"W, 1/septiembre/1934, *F.E. Pennel* 18563 (MEXU!). **Nuevo León:** Cerro del Potosí, 3650 m, 21/junio/1985, *McDonald* 1550 (XAL!); Cumbre de Cerro Potosí, 3600 m, 26/julio/1985, *McDonald* 1780 (XAL!); Galeana, Cerro del Potosí, 3500 m, 16/mayo/1981, *L. Arce et al.* 1333 (ANSM!); Galeana, Rancho El Compromiso, 1600 m, 3/agosto/1999, *E. Estrada C.* 10553 (ANSM!); Galeana, Rancho Aguililla,

1885 m, 29/junio/2000, *Hinton et al.* 27593 (ANSM!); Galeana, Cima del Cerro Potosí, 3670 m, 3/agosto/1988, *A. García* 61 (CHAP!, CIIDIR!); Galeana, Rancho Aguililla, 1850 m, 8/agosto/1990, *Hinton et al.* 20476 (CHAPA!); Galeana, Cima del Cerro Potosí, 3500 m, 4/agosto/1988, *A. García* 74 (CIIDIR!). **San Luis Potosí:** Charcas, Sierra de Monte Grande, 2300 m, 14/septiembre/1989, *J.A. Reyes A.* 430 (CHAPA!). **Sonora:** Agua Prieta, Rancho Puerta Blanca (Cuenca Los Ajos Reserve), 1295 m, 31°18'57"N 109°05'35"W, 23/marzo/2007, *A.L. Reina & T.R. Van Devender* 275 (MEXU!). **Tamaulipas:** Peña Nevada, 3600 m, 5/julio/1985, *McDonald* 1618 (XAL!).

Linum longipes Rose (1906: 117). (Figura 16).

Tipo:—MÉXICO. Guerrero: in mountains ner Iguala, *Pringle* 9261 (Holotipo: US!, Isotipos: GH!, MICH!, MSC).

Descripción:—*Hierbas* anuales, delgadas, de 22–34 cm de alto, glabras, excepto por unos pocos pelos cortos cerca de los nudos y la base de las ramas, raíz delgada; *tallos* erectos, simples, sin ramificar hasta la parte media, esencialmente glabro. *Hojas* enteras, las basales en verticilos de 4, obovadas, las distales alternas, ovadas, de (5.3)14.0–18.0 mm × (2.5)7.5–9.0 mm, pecíolos de 0.1–1.0(2.0) mm de longitud, ápice obtuso, 1-nervadas, prominente en el envés, ligeramente rugosas, glabras, glándulas estipulares presentes en la base, pero no bien desarrolladas. *Inflorescencia* en panícula cimosa ampliamente abierta, ocupando la mitad o más de la altura de la planta, ramas delgadas, pedicelos de 7.0–17.0 mm de longitud, *brácteas* de 2.0–2.8 mm de longitud, margen entero, ápice agudo-acuminado, glándulas estipulares ausentes; *sépalos* persistentes, ovados, de 2.0–2.5(2.7) mm × 0.8–1.2 mm, margen entero o con glándulas diminutas, ápice acuminado, 3-nervados, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillos, obovados, de 4.0 mm de longitud, glabros; *estambres* de 3.0–4.0 mm de longitud, anteras de 0.4 mm de longitud, amarillas-claro, estaminodios presentes; *estilos* fusionados hasta cerca del ápice, de 1.7–2.3 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* ampliamente ovoide, de 1.8–1.9 mm × 1.2–1.9 mm, glabro, pericarpio delgado, pálido, ápice apiculado, dehiscente en 10



Figura 16. *Linum longipes* Rose.

segmentos, septos falsos incompletos con algunos pelos marginales; *semillas* elípticas, marrón-claro, cubierta blanquecina, de 0.4–0.6 mm × 1.0–1.1 mm.

Distribución:—En México en Guerrero, Morelos y Puebla (Figura 3).

Hábitat y ecología:—Encinares, selva baja caducifolia. Elevación 700-1600 m. Suelos tipo cambisol, litosol y rendzina.

Fenología:—Floración y fructificación en octubre.

Nota:—Endémica a México. *Linum longipes* se asemeja en porte a *L. cruciatum*, sin embargo, al revisar el material de herbario, se observan pedicelos mucho más largos, glabros y estilos fusionados como caracteres inequívocos de su identidad. Adicionalmente, la especie esencialmente glabra, presenta la particularidad de poseer unos cuantos pelos diminutos cerca de todos los nudos y en la base de las ramas.

Estado de conservación:—*Linum longipes* además de endémica, cuenta con poca representación en herbarios y solo ha sido recolectada en unas pocas localidades, lo que podría indicar algún tipo de amenaza.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Guerrero:** Iguala, Mountains near Iguala, 1514 m, 18°22'46.23"N 99°28'25.71"W, 11/octubre/1900, *C.G. Pringle 9261* (MEXU!). **Morelos:** Jojutla, Cerro del Higuérón, 750 m, 14/octubre/1984, *I. Rivera 25* (MEXU!, UAMIZ!). **Puebla:** Izúcar de Matamoros, 2/octubre/1942, *F. Miranda 2222* (MEXU!); Izúcar de Matamoros, Tropical Deciduous Forest at Puerto Las Palmas, 1525 m, 12/octubre/1986, *D.E. Breedlove & F. Almeda 65221* (MEXU!); Izúcar de Matamoros, Carretera Izúcar-Huajuapán de León, 1300 m, 18°31'33"N 98°25'05"W, 30/octubre/1994, *J.L. Panero et al. 5302* (MEXU!).

Linum mexicanum Kunth (1823: 39). (Figura 17).

Tipo:—MÉXICO. Guanajuato, Santa Rosa, *Humboldt & Bonpland s.n.* (Holotipo: P-Humb. (photo, F-035185, IEB!)).

Mesynium mexicanum Rafinesque (1837: 33).

Cathartolinum mexicanum Kunth (1907: 79).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 50-120 cm de alto, glabras o casi glabras, a menudo con raíz voluminosa; *tallos* erectos, estriados, ramificando hasta la inflorescencia, algunas veces desde la base, glabros. *Hojas* enteras, a menudo ciliadas, las basales opuestas o verticiladas, las distales con frecuencia alternas, a menudo lanceoladas o suboblongas, variando de linear-lanceoladas a ovaladas, de 10.0–45.0 mm × 4.0–20.0 mm, sésiles o subsésiles, ápice agudo, 2 nervaduras laterales prominentes cerca de la base, coriáceas, glabras, ocasionalmente pubescentes en el envés, glándulas estipulares presentes en la base. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos de 2.1–12.6(–15.0) mm de longitud, *brácteas* de 1.9–4.6 mm de longitud, margen entero, ápice agudo, glándulas estipulares negras en la base; *sépalos* persistentes, lanceolados a ovados, de 2.0–3.5 mm × 1.2–2.0 mm, margen glandular-denticulado, ápice agudo o cuspidado provisto de pelos, 3-nervados, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillos-claro, obovados, de 8.0–12.0 mm de longitud, glabros; *estambres* de 5.0–8.0 mm de longitud, anteras de 0.7–1.0 mm de longitud, marrón-claro, estaminodios presentes; *estilos* fusionados hasta la mitad o hasta ceca del ápice, de 4.0–7.0 mm de longitud, estigmas capitados, marrón-claro. *Fruto* ovoide a cónico o subesférico, a menudo con tintes morados en su parte superior, de 1.7–2.3 mm × 1.6–2.4 (–3.0) mm, glabro, pericarpio grueso, ápice apiculado, dehiscente en 10 segmentos puntiagudos, septos ciliados; *semillas* elípticas a oblongas, marrón-rojizas, lustrosas, de 1.5 mm × 1.0 mm.

Distribución:—En México en Chiapas, Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Querétaro (Figura 10).

Hábitat y ecología:—Bosque de abetos u oyameles, bosque caducifolio, crasi-rosulifolios espinosos, encinares, encinares-pinares, matorral espinoso con espinas terminales, matorral inerme o subinerme parvifolio, palmares, pinares, pastizales, selva baja caducifolia, selva baja espinosa perennifolia, selva mediana o baja perennifolia. Elevación 2000-2700 m. Suelos tipo acrisol, andosol, cambisol, feozem, litosol, luvisol, ranker, regosol, rendzina, vertisol y xerosol.



Figura 17. *Linum mexicanum* Kunth.

Fenología:—Floración de mayo a septiembre, fructificación de julio a noviembre.

Nota:—Endémica a México. *Linum mexicanum* se encuentra estrechamente relacionada con *L. mcvaughii* y *L. orizabae*. Con esta última comparte grandes áreas de su distribución natural y, por tanto, con quien los problemas de identificación taxonómica son más recurrentes, solo la presencia de los estilos fusionados a la mitad o hasta $\frac{3}{4}$ de su longitud en *L. mexicanum* permite diferenciarla.

Estado de conservación:—Por su condición de endémica, la especie podría considerarse en alguna categoría de riesgo, debido principalmente a su afinidad por las montañas del centro y sur de México cercano a grandes núcleos de población y que han perdido gran parte de su cobertura forestal (Rodríguez-Echeverry & Leiton 2021).

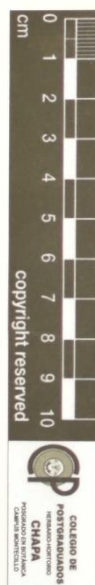
Ejemplares examinados:—**MÉXICO. Chiapas:** Oxchuc, Terracería hacia 20 de Noviembre, 2050 m, 16°45'20"N 92°20'58"W, 23/agosto/1995, *H. Mejía E. & A. Luna G.* 679 (XAL!); San Andrés Larrainzar, Cloud Forest near the summit of Chuchil Ton, 2700 m, 3/agosto/1972, *D.E. Breedlove* 26756 (CHAPA!); San Cristóbal de las Casas, Cerro San Cristóbal, 2195 m, 15/octubre/1965, *D.E. Breedlove & P.H. Raven* 13309 (MEXU!); San Cristóbal de las Casas, Arroyo del Rancho Pellizzi, 20/julio/1986, *A. Méndez G.* 9166 (UAMIZ!); Totolapa, 6-8 km west of Teopisca, 2150 m, 16/agosto/1972, *D.E. Breedlove* 27054 (CHAPA!); Zinacantán, Paraje Navenchauk, 2195 m, 30/julio/1981, *D.E. Breedlove* 51847 (MEXU!); Zinacantán, Paraje Patosil, 2100 m, 16°45'15"N 92°44'29"W, 26/septiembre/1994, *A. Chame & M. de J. Gutiérrez* 471 (MEXU!). **Ciudad de México:** Álvaro Obregón, La Angostura, 2480 m, 19°19'43.4"N 99°14'11.1"W, 1/septiembre/1941, *E. Lyonnet* 3436 (MEXU!). **Estado de México:** Temascalcingo, 1.53 km de San José de los Reyes, 2714 m, 19°59'13"N 100°06'33"W, 27/agosto/2014, *D. Álvarez et al.* 13634 (MEXU!). **Guerrero:** General Heliodoro Castillo, Verde Rico, 2.3 km al N, Camino a la Cienega, 2050 m, 17°43'39"N 99°53'39"W, 5/octubre/1998, *R. Cruz-Durán* 3066 (MEXU!). **Jalisco:** Ciudad Guzmán, Campamento de Atenquique en camino al cerro de la Media Luna, 2124 m, 18/septiembre/2016, *A. Castro et al.* 4167 (IBUG!); Tecalitlán, Rancho El Tigre, 2100 m, 12/agosto/1979, *F. Gutiérrez L.* 20 (IBUG!); Tecalitlán, 17 km al E de Llanitos, 16/agosto/1990, *J. Villa C. & J. Chávez L.* 842 (IEB!, SLPM!). **Michoacán:** Epitacio Huerta, Cerca de Polvillas, 2600 m, 2/agosto/1990, *Rzedowski* 49726 (XAL!); Hidalgo, Cañada de la Trampa, San Lucas Huarirapeo, 2720 m, 1/octubre/2004, *X. Madrigal S.* 244 (MEXU!);

Morelia, Cerro La Máscara, 2300 m, 12/septiembre/1991, *C. Medina G.* 2359 (IBUG!, XAL!).
Oaxaca: Ixtlán de Juárez, Suroeste del río de la Y, 2100 m, 17°19'5.9"N 96°26'31.9"W, 24/septiembre/2003, *S. Figueroa B. & F.Y. Guzmán R.* 801 (CHAP!, UAMIZ!). **Puebla:** Cholula, Camino al Cerro El Campanario, 2580 m, 19°04'45"N 98°31'00"W, 24/agosto/1987, *T. Ubierna* 299 (MEXU!). **Querétaro:** Pinal de Amoles, 3-4 km al NE de Pinal de Amoles, 2230 m, 24/septiembre/1991, *E. Carranza G.* 3534 (IEB!); Amealco, 2 km de Laguna de Servín, 2650 m, 22/agosto/1991, *H. Díaz-Barriga et al.* 6902 (XAL!).

Linum modestum C.M.Rogers (1964: 406). (Figura 18).

Tipo:—MÉXICO. Nuevo León: Pablillo, south of Galeana, side of arroyo, 1900-2000 m, *Pennell* 16976 (Holotipo: US!, Isotipo: PH!).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 15–20 cm de alto, glabras, raíz delgada; *tallos* erectos ascendentes, púrpura oscuro, estriados, ramificando desde la base, glabros. *Hojas* basales enteras, en verticilos de 4, las distales glandular-dentadas, alternas, de 0.7–4.3 mm × 0.3–2.3 mm, lanceoladas, sésiles, ápice agudo, 1-nervadas, glabras, rugosas, glándulas estipulares ausentes. *Inflorescencia* panícula de ramas delgadas, ascendentes, pedicelos de 3.5–14.7 mm longitud, *brácteas* de 0.6-1.1 mm de longitud, margen glandular-dentado, ápice redondeado, glándulas estipulares ausentes; *sépalos* persistentes, lanceolados a ovados, de (1.2)1.7–1.8 mm × 0.5–0.7 mm, margen glandular-dentado, ápice mucronado a subagudo, 1-nervados, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillo-verdosos, oblanceolados, de 3.0–3.5 mm de longitud; *estambres* de 2.0 mm de longitud, anteras de 0.4–0.6 mm de longitud, amarillas-pálido, estaminodios diminutos o ausentes, glabros; *estilos* libres, de 1.6–1.7 mm de longitud, estigma capitados, amarillos-claro. *Fruto* ampliamente ovoide, de (0.9)1.5–1.6 mm × 1.1-1.5(1.7) mm, glabro, pericarpio delgado, ápice agudo, dehiscente en 10 segmentos, falsos septos incompletos, septos verdaderos escasamente ciliados; *semillas* ovadas a elípticas, marrón pálido, lustrosas, de 0.8 mm × 0.5 mm.



HERBARIO-HOENIGER
LINACEAE Colegio de Postgraduados
***Linum modestum* C.M. Rogers !**
González-Velasco, J. Junio 2021
Proyecto Taxonomía de la familia Linaceae en México

HERBARIUM OF GEO. B. HINTON No. 18196
Family: Linaceae.
Name: *Linum modestum* Rogers.
Determined by: B. L. Turner
Locality: Santa Rita. 2120 m.
Municipality: Galeana N. L., Mexico.
Collected by: H. et al. Gate 25-86-81
Habitat: Rocky limestone hillside.
Description: Fl. yellow. Frequent.
UID# 34037

Se toma muestra de polen para el proyecto:
Taxonomía de la familia Linaceae en México
Responsable: Juan González-Velasco
Estructura removida: Botón Fecha: 8/Dic/2020

Figura 18. *Linum modestum* C.M.Rogers.

Distribución:—En México en Nuevo León (Figura 19).

Hábitat y ecología:—Bosque de escuamifolios, crasi-rosulifolios espinosos, pinares. Elevación 1200-2300 m. Suelos tipo feozem, litosol, regosol, solonchak y xerosol.

Fenología:—Floración de marzo a septiembre, fructificación de julio a noviembre.

Nota:—Endémica a México. Los tallos estriados color púrpura, lo ramificado de la inflorescencia, las diminutas hojas y partes florales, el fruto puntiagudo, junto con la estrecha franja de suelos yesosos donde prospera, la convierten en una de las especies más particulares del género en México.

Estado de conservación:—Sin duda pudiera estar en alguna categoría de riesgo debido a lo restringido y específico de su hábitat (endemismo edáfico, Nesom 1983). Además, la minería y los asentamientos humanos podrían estar ejerciendo alguna presión para la viabilidad de las poblaciones de esta especie (Salinas-Rodríguez 2015, Gutiérrez-García & Ricker 2019).

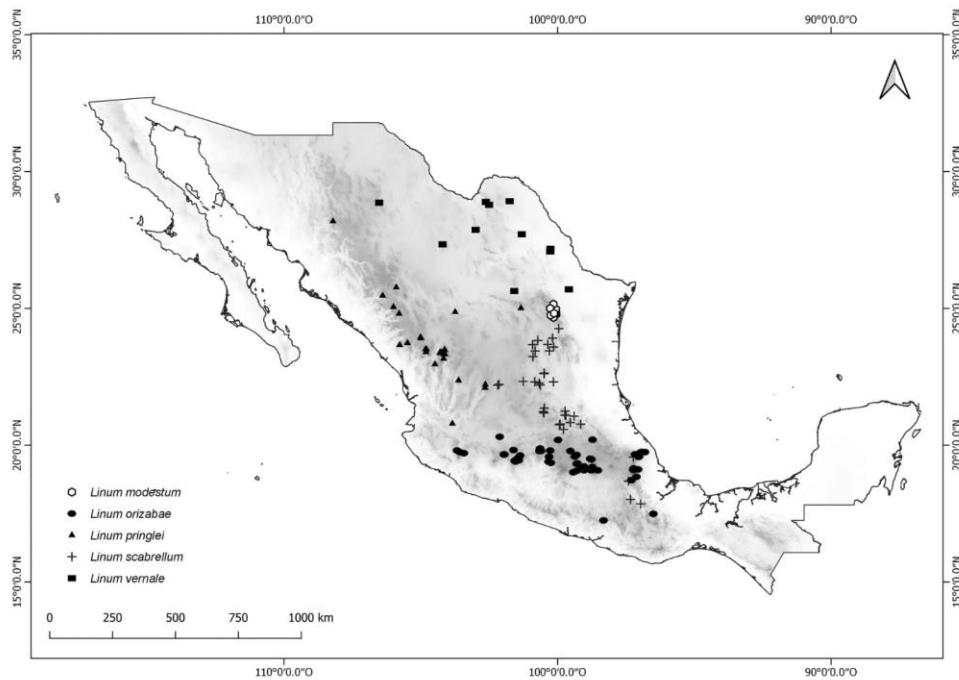


Figura 19. Distribución de *L. modestum* C.M.Rogers, *L. orizabae* Planchon, *L. pringlei* S.Watson, *L. scabrellum* Planchon y *L. vernale* Wooton en México (Elaborado por Ma. Isabel Olivares).

Ejemplares examinados:—MÉXICO. Nuevo León: Galeana, Santa Rita, 2120 m, 25/junio/1981, *Hinton et al. 18196* (ANSM!, CIIDIR!, ENCB!, IEB!); Galeana, Santa Rita, 2010 m, 14/mayo/1981, *Hinton et al. 18240* (ANSM!, ENCB!); Galeana, SW of Laguna de Labradores, 2267 m, 17/octubre/2003, *Hinton et al. 28034* (ANSM!); Galeana, Santa Rita, 2160 m, 12/enero/1989, *Hinton et al. 19293* (CIIDIR!); Galeana, 700 m al NW del Rancho de Los aguacates, 2250 m, 08/octubre/1976, *L. Lezama de la R., s.n.* (INEGI!); Galeana, 12.2 road miles E of San Roberto Jct. on road to Galeana, 2150 m, 24°40'00"N 100°09'00"W, 16/septiembre/1980, *J. Henrickson & P. Bekey 18517* (MEXU!); Galeana, Just S of Cerro Potosí, 2100 m, 24°46'00"N 100°13'00"W, 10/octubre/1982, *J. Henrickson & W. Hess 19265* (MEXU!); Galeana, 3.2 mi S of Galeana, 24°47'00"N 100°03'00"W, 10/octubre/1985, *B.L. Turner et al. 15553* (XAL!); Rayones, Galeana-Rayones +18 km, 1270 m, 27/febrero/1990, *Hinton et al. 20155* (CHAP!, CHAPA!); Rayones, Lomas Blancas in San Pedro Carrizales, 1204 m, 12/septiembre/2008, *Hinton et al. 28708* (ANSM!); Rayones, Sierra Pelillos, Puerto Mesa de León, 2100 m, 25°00'00"N 100°16'00"W, 7/junio/1988, *J.A. Villarreal et al. 4359* (ANSM!).

Linum nelsonii Rose (1906: 117) (Figura 20).

Tipo:—MÉXICO. Veracruz: municipio Orizaba, Boca del Monte, *E. W. Nelson 210* (Holotipo: US!). Note: According to Rzedowski & Calderón de Rzedowski, Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán 5: 8 (1995), this locality is probably in the state of Puebla.

Catharolinum muelleri Small (1907: 77). Tipo:—MÉXICO. Veracruz: municipio Orizaba, *F. Müller s.n.* (NY!).

Linum muelleri H.P.J.Winkler (1931: 116).

Descripción:—*Hierbas* perennes, ocasionalmente anuales, de 17–65 cm de alto, glabras o esparcidamente pubescentes, raíz delgada; *tallos* erectos a decumbentes, comúnmente sin ramificar hasta el nivel de la inflorescencia, esencialmente glabros. *Hojas* basales enteras o ciliadas, en verticilos de hasta 6, las distales glandular-dentadas, alternas u opuestas, ovadas a obovadas, de 4.0–18.0(–21.0) mm × 2.0–12.0 mm, disminuyendo hasta la inflorescencia, sésiles, ápice obtuso a redondeado o agudo en las distales, 3-5-nervadas, nervadura central prominente, lisas, glabras o espaciadamente pubescentes, glándulas estipulares presentes en la base. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos de 3.0–12.0 mm de longitud, escasamente

pubescentes, pelos blanquecinos, *brácteas* de 3.5–10.0 mm de longitud, margen denticulado, ápice acuminado, pubescente, glándulas estipulares presentes en la base; *sépalos* persistentes, lanceolados a estrechamente lanceolados o angostamente ovados, de 2.5–4.0 mm × 1.0–2.0 mm, margen glandular-dentado, ápice agudo a acuminado, 1-(3)-nervados, nervadura central prominente, escasamente pubescente, ocasionalmente con glándulas estipulares presentes en la base; *pétalos* amarillos-verdosos, oblanceolados a obovados, de 3.0–5.0 mm de longitud, glabros; *estambres* de 2.0–4.0 mm de longitud, vilosos en la base, anteras de 0.6–1.0 mm de longitud, amarillas-claro, estaminodios pequeños; *estilos* libres, de 1.7–4.0 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. **Fruto** ampliamente ovoide, de 1.4–2.0 mm × 1.5–2.0 mm, pericarpio delgado, ápice agudo usualmente pubescente, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, septos ocasionalmente con cilios marginales; *semillas* oblongas a ovadas, de 0.8–1.3 mm × 0.5–0.7 mm, marrón-rojizo, lustrosas.

Distribución:—En México en Chiapas, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz, hasta el sur de Nicaragua (Figura 6).

Hábitat y ecología:—Bosque caducifolio, bosque de escumifolios, encinares, encinares-pinares, chaparral, manglar, matorral espinoso con espinas laterales, matorral inerme o subinerme parvifolio, pinares, selva baja caducifolia, selva mediana o baja perennifolia. Elevación 450-2400 m. Suelos tipo andosol, acrisol, cambisol, feozem, litosol, luvisol, regosol, rendzina, vertisol y xerosol.

Fenología:—Floración de febrero a noviembre, fructificación de abril a noviembre.

Nota:—Aunque es confundida frecuentemente con *L. schiedeanum*, *L. nelsonii* puede distinguirse consistentemente de ella por los pedicelos pubescentes y las glándulas estipulares en brácteas y ocasionalmente en sépalos.

Estado de conservación:—Debido a su amplia distribución se considera que la especie no está sujeta a ninguna condición especial que ponga en peligro su viabilidad.



Figura 20. *Linum nelsonii* Rose.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Chiapas:** Comitán, km 17, carretera Comitán, 3 Lagunas, 1781 m, 16°17'39"N 92°15'59"W, 2/septiembre/2008, *G. López V. 1230* (XAL!); Oxchuc, Tz'unun, a 3 km de la escuela por el lado sur, 2400 m, 13 /marzo/1988, *F. Gómez S. 19* (MEXU!); Oxchuc, 8 km al norte de Oxchuc, 2400 m, 12/mayo/1988, *F. Gómez S. 164* (MEXU!). **Coahuila:** Castaños, Sierra La Gavia, 1295 m, 26°10'00"N 101°18'00"W, 10/agosto/1995, *M.A. Carranza y J. Encinas 2261* (ANSM!); Castaños, Sierra La Gavia, 1500 m, 26°10'00"N 101°18'00"W, 25/octubre/1995, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 8363* (ANSM!); Ramos Arizpe, Sierra de La Paila, 1600 m, 25°58'00"N 101°32'00"W, 2/noviembre/1988, *J.A. Villarreal et al. 4739* (ANSM!). **Guanajuato:** San Luis de la Paz, La Ventana, cerca de Mesas de Jesús, 2000 m, 24/marzo/1990, *E. Ventura & E. López 7837* (XAL!). **Hidalgo:** Molango, 5-6 km al N de Ismolintla, 1900 m, 20°46'37.23"N 98°43'59.95"W, 27/abril/1981, *R. Hernández et al. 5893* (MEXU!). **Nayarit:** Tepic, 5 km de la desviación al Rancho La Noria, 1500 m, 21°29'00"N 104°59'00"W, *J.I. Calzada et al. 19192* (XAL!). **Nuevo León:** Galeana, Ca. 13 miles SW of Galeana, 2200 m, 24°43'00"N 100°12'00"W, 10/septiembre/1999, *Henrickson & V. Heuvel 22472B* (ANSM!); Santiago, Cola de Caballo, 9/mayo/1979, *J.A. Villarreal 2463* (ANSM!). **Oaxaca:** Eloxotitlán de Flores Magón, Alrededores del Puente de Fierro, 1175 m, 18°09'11.8"N 96°51'11.7"W, 9/marzo/2001, *Munn-Estrada et al. 856* (TEX!). **Puebla:** Oriental, Zautla, 2000 m, 6/agosto/1986, *F. Ventura A. 22272* (XAL!). **Querétaro:** Arroyo Seco, 6 km al E de la Florida, 1260 m, 21°25'48"N 99°42'06"W, 13/abril/2007, *S. Zamudio et al. 13698* (IEB!); Jalpan de Serra, 4-5 km al SE de San Juan de los Durán, 1850 m, 24/mayo/2012, *E. Carranza G. 7670* (ANSM!); Jalpan de Serra, Cañada en la ladera O del Cerro Grande, 2110 m, 21°25'56"N 99°08'46"W, 29/marzo/2012, *G. Aguilar-Gutiérrez et al. 854* (IEB!, XAL!); Jalpan de Serra, 2-3 km al poniente de El Saucito, 900 m, 13/marzo/1991, *B. Servín 882* (IEB!); Landa, 2 km al S de El Rincón, 900 m, 2/abril/1987, *Rzedowski 42916* (XAL!); Pinal de Amoles, 2 km al S de San Pedro Escanela, 1740 m, 22/febrero/1991, *E. Carranza 3035* (IEB!); Pinal de Amoles, 1.5-2 km al W de San Pedro Escanela, 1780 m, 17/abril/1990, *E. Carranza 2438* (IEB!); Pinal de Amoles, Cerca de Huazmazontla, 1300 m, 12/marzo/1989, *Rzedowski 48399* (XAL!). **San Luis Potosí:** El Naranjo, Vicinity El Salto above El Naranjo, 446 m, 22°35'11.79"N 99°23'0.59"W, 1/abril/1960, *J.A. Duke 3675* (MEXU!). **Sinaloa:** Concordia, 4.5 km al SE de La Petaca, 1700 m, 12/febrero/2000, *R. Vega-Aviña & J.A. Gutiérrez-García 10554* (MEXU!). **Tamaulipas:** Hidalgo, Into the Sierra 14.9 mi W of Hotel Santa Engracia, 570 m, 24°01'00"N 99°34'00"W, 17/abril/1988, *G. Nesom 6339*

(XAL!). **Veracruz:** Huiloapan, Cerro de San Cristóbal, 1300 m, 18°48'00"N 97°03'00"W, 22/abril/1982, *J.I. Calzada* 8592 (XAL!).

Linum neomexicanum Greene (1881: 183). (Figura 21).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. New Mexico: Pinos Altos Mountains, *Greene s.n.* (Holotipo: ND!, Isotipos: GH!, KANU, MO).

Cathartolinum neomexicanum Small (1907: 73).

Descripción:—*Hierbas* anuales, de 15–60 cm de alto, glabras, a veces glaucas, raíz delgada; *tallos* erectos, ascendentes, ramificando desde la base, glabros. *Hojas* enteras, las basales opuestas, las distales alternas, elíptico-oblancoadas, de 8.0–15.0 mm × 1.0–1.8(–2.5) mm, sésiles, ápice subagudo a acuminado, 1-nervadas, rugosas, glabras, glándulas estipulares ausentes. *Inflorescencia* en panícula cimosa, delgada, pedicelos casi paralelos al tallo, de 1.0–4.0(–7.5) mm de longitud, *brácteas* de 1.5–4.8 mm de longitud, margen entero, ápice agudo, glándulas estipulares ausentes; *sépalos* persistentes, linear-lanceolados a lanceolados, de 2.3–4.1(–5.0) mm × 1.1–1.5 mm, margen glandular-dentado, ápice agudo a acuminado, 1-nervados, nervación evidente, glabros, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillos, oblanceolados, de 4.0–7.0 mm longitud, glabros; *estambres* de 3.0–5.0 mm de longitud, anteras de 0.8–1.3(–1.5) mm de longitud, anaranjadas, estaminodios ausentes; *estilos* libres, de 1.5–3.0 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* triangular-ovoide a ampliamente ovoide, de 1.7–2.6(3.5) mm × (1.9–)2.7–3.5 mm, la porción superior a veces con coloración púrpura, glabro, pericarpio grueso, ápice apiculado, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, septos con márgenes ciliados; *semillas* elípticas-ovadas, marrón-rojizo pálido, de 2.0–2.5 mm × 1.1–1.3 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Baja California, Chihuahua y Sonora (Figura 12).

Hábitat y ecología:—Bosque de escumifolios, encinares-pinares, pinares. Elevación 1700-2900 m. Suelos tipo feozem, litosol, luvisol, planosol, regosol y vertisol.



Figura 21. *Linum neomexicanum* Greene.

Fenología:—Floración y fructificación de marzo a noviembre.

Nota:—Se distingue fácilmente por su inflorescencia delgada y los pedicelos “pegados” al tallo. En su área de distribución, es la única especie de flores amarillas con estilos libres. No obstante, al revisar los especímenes de herbario, se encontraron varios ejemplares de *L. pringlei* de flores blancas, identificados erróneamente como *L. neomexicanum*.

Estado de conservación:— Su presencia en la sierra de Baja California le estaría proveyendo de un refugio (Springer 2009), sin embargo, podría considerarse bajo algún tipo de amenaza en la Sierra Madre Occidental debido a factores naturales y antrópicos (Shirk *et al.* 2018, Gutiérrez-García & Ricker 2019).

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Baja California:** Sierra San Pedro Mártir, 2475 m, 31°02'00"N 115°27'00"W, 21/julio/1970, *R. Moran 17895* (ENCB!); Sierra San Pedro Mártir, 2000 m, 31°04'00"N 115°33'00"W 15/agosto/1967, *R. Moran & R.F. Thorne 14121* (ENCB!). **Chihuahua:** Guachochi, Rejogochi cerro oeste de Valle, 10/septiembre/2002, *F. Wyndham 20* (CIIDIR!, MEXU!); Sierra Madre, 29/septiembre/1887, *C.G. Pringle 1201* (MEXU!). **Sonora:** Agua Prieta, Arroyo Cajón del Diablo, 1772 m, 31°17'19"N 108°47'49"W, 29/septiembre/2009, *T.R. Van Devender et al. 1693* (MEXU!).

Linum orizabae Planchon (1848: 482). (Figura 22).

Tipo:—MÉXICO. Veracruz: Orizaba, *H. G. Galeotti 821* (Holotipo: K!).

Linum hypericifolium C.Presl (1831: 2).

Linum lecheoides S.Watson (1882: 332). Tipo:—MÉXICO. San Luis Potosí: in montibus San Miguelito, *J.G. Schaffner 600* (Isotipos: GH!, MEXU, NY).

Cathartolinum lecheoides Small (1907: 79).

Cathartolinum orizabae Small (1907: 79).

Cathartolinum hypericifolium Small (1907: 80).

Descripción:—*Hierbas* perennes, 20-80(160) cm de alto, esencialmente glabras, usualmente con raíz gruesa; *tallos* erectos, ascendentes, estriados, frecuentemente sin ramificar hasta la

inflorescencia, glabros o esparcidamente pilosos. **Hojas** enteras o ligeramente dentadas, las basales opuestas o en verticilos de 4, las distales alternas, linear-lanceoladas a oblongo-lanceoladas, de 5.0–45.0 mm × (1.2–)2.0–9.0 mm, más largas y anchas hacia la parte media del tallo, sésiles o subsésiles, ápice agudo-acuminado, 1-nervadas, nervadura central prominente en el envés, membranosas, glabras, glándulas estipulares presentes en la base. **Inflorescencia** en panícula cimosa, pedicelos de 1.5–4(16.4) mm de longitud, ocasionalmente con pelos blanquecinos esparcidos, **brácteas** de 1.2–2.5(–4.0) mm de longitud, pelos esparcidos interiormente, margen entero, ápice acuminado, glándulas estipulares presentes en la base; **sépalos** persistentes, ovados a obovados, de 1.5–2.5(–4.0) mm × 1.0–2.0 mm, margen entero, rara vez con pocos dientes glandulares, ápice agudo a cortamente acuminado, apiculado, ocasionalmente ciliados, ligeramente escariosos, 1-nervados, nervadura evidente, escasamente pilosos a lo largo de la nervadura, frecuentemente glabros en ambas caras, glándulas estipulares presentes; **pétalos** amarillos, obovados u oblanceolados, de 3.0–8.0 mm de longitud, glabros; **estambres** de 2.0–4.0 mm longitud, anteras de 0.2–0.5 mm longitud, amarillas, estaminodios diminutos o ausentes; **estilos** libres o connados en la base, de 0.9–2.0(3.6) mm longitud, estigmas capitados, amarillos. **Fruto** ovado a cónico, de 1.8–2.2(–4.0) mm × 0.9–2.5(–3.0) mm, a veces con coloración púrpura en la mitad superior, glabro, pericarpio grueso, ápice apiculado, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, septos ciliados; **semillas** comprimidas, elípticas u oblongas, marrón, lustrosas, de 1.0–1.5 mm × 0.7–1.0 mm.

Distribución:—En México en Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Veracruz (Figura 19).

Hábitat y ecología:—Bosque de abetos u oyameles, bosque caducifolio, bosque de escumifolios, chaparral, crasi-rosulifolios espinosos, cultivo, encinar, encinar-pinar, matorral inerme o subinerme parvifolio, pastizales, pinares, selva mediana o baja perennifolia. Elevación 1300-3500 m. Suelos de origen volcánico tipo acrisol, andosol, cambisol, feozem, fluvisol, litosol, luvisol, ranker, regosol, rendzina, solonchark, vertisol y xerosol.



Figura 22. *Linum orizabae* Planchon.

Fenología:—Floración de junio a diciembre, fructificación de octubre a enero.

Nota:—Endémica a México. *Linum orizabae* se puede confundir fácilmente con *L. mexicanum*, ya que parte de su área de distribución es simpátrica y cuentan con gran similitud morfológica. El único carácter detectado que permite diferenciar ambas especies, son los estilos libres o connados en la base, ligeramente más pequeños, presentes en *L. orizabae*.

Estado de conservación:—A pesar de ser endémica, se trata de una especie de amplia distribución dentro del territorio mexicano y podría considerarse fuera de peligro.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Ciudad de México:** Álvaro Obregón, Santa Rosa, 2700 m, 18/agosto/1977, A. Ventura A. 2992 (CHAP!, CHAPA!); Álvaro Obregón, Santa Rosa, 2700 m, 30/abril/1977, A. Ventura A. 2722 (CHAPA!); Álvaro Obregón, Santa Rosa, 2500 m, 1/agosto/1982, A. Ventura A. 4000 (CHAPA!); Álvaro Obregón, San Bartolo, 2700 m, 28/julio/1979, A. Ventura A. 3475 (IBUG!, MEXU!, XAL!); Milpa Alta, San Lorenzo, 2650 m, 23/octubre/1976, A. Ventura A. 2337 (CHAPA!, XAL!); Milpa Alta, San Pablo, 2750 m, 7/julio/1976, A. Ventura A. 1753 (CHAP!); Milpa Alta, San Lorenzo, 2650 m, 5/octubre/1976, A. Ventura A. 2237 (CHAP!, CHAPA!); Milpa Alta, Tenantitla, 2850 m, 31/enero/1976, A. Ventura A. 925 (CHAPA!); Milpa Alta, San Salvador, 2800 m, 11/diciembre/1976, A. Ventura A. 2468 (CHAPA!); Milpa Alta, San Pablo, 2750 m, 7/julio/1976, A. Ventura A. 1753 (CIIDIR!); Milpa Alta, A 300 m de LR al oeste del Volcán Ocotecat, 3320 m, 19°05'07"N 99°01'25"W, 11/julio/2004, J.E. Rivera et al. 3853 (MEXU!); Tlalpan, Topilejo, 2600 m, 25/julio/1976, A. Ventura A. 1891 (CHAPA!, CIIDIR!); Xochimilco, Cerro de Esquehuil, 2800 m, 20/noviembre/1976, A. Ventura A. 2411 (CHAP!, CHAPA!, XAL!); Xochimilco, Cerro de Esquehuil, 2800 m, 30/junio/1976, A. Ventura A. 1701 (CHAP!, CHAPA!, CIIDIR!); Xochimilco, Cerro de Esquehuil, 2800 m, 16/julio/1977, A. Ventura A. 2990 (CHAPA!). **Estado de México:** Amecameca, 1 Km al E de San Antonio, 2250 m, 30/septiembre/1979, B. Osorio C. 221 (ANSM!); Amecameca, 1 km al E de San Antonio, 2500 m, 27/septiembre/1981, F.J. Díaz P. 42 (CHAP!, CIIDIR!, IBUG!); Chapa de Mota, Cerro de Las Ánimas, 3105 m, 19°47'11.8"N 99°31'47.9"W, 22/agosto/2009, C. Trejo-Díaz 203 (MEXU!); Donato Guerra, Camino a Llano Grande, 2500 m, 19°21'18"N 100°14'40"W, 26/diciembre/2005, G. Cornejo T. et al. 1714 (MEXU!); Texcoco, Santa Catarina, 2600 m, 14/julio/1982, E. Ventura V. 386 (CHAP!, CHAPA!, UAMIZ!, XAL!); Texcoco, San Miguel Tlaixpan, 2500 m, 7/mayo/1983, E. Ventura V. 881 (CHAP!, CIIDIR!);

Texcoco, Santa Catarina, 3500 m, 29/marzo/1983, *E. Ventura A. 656* (INEGI!, XAL!); Tlalmanalco, Arroyo Tlalmanalco, 5 km al ESE de San Rafael, 2790 m, 11/abril/1977, *S.D. Koch 7761* (CHAPA!); Tlalmanalco, 1 km al NE de Sto. Tomás Atzingo, 2450 m, 5/noviembre/1982, *J. García P. 1710* (CHAPA!); Villa Nicolás Romero, Libertad, 2200 m, 10/septiembre/1978, *A. Ventura A. 3313* (CHAPA!, CIIDIR!); Villa Nicolás Romero, 7 km antes de Tlazala de Fabela, 2450 m, 28/agosto/1984, *J. García et al. 1867* (CHAPA!). **Guerrero:** Metlatónoc, al S de Yoso Tise'e, 2800 m, 17°15'00"N 98°19'00"W, 21/septiembre/1988, *A. de Ávila 427* (MEXU!). **Hidalgo:** Mineral del Chico, El Chico, 2819 m, 20°11'54.99"N 98°43'9.3"W, 1/septiembre/1930, *E. Lyonnet 146* (MEXU!). **Jalisco:** San Gabriel, 4.5 km al N de Atequizayán, 2617 m, 27/noviembre/2016, *V. Quintero F. et al. 1449* (CHAPA!, IBUG!); Venustiano Carranza, 15 km al NO de la carretera Cd. Guzmán-Autlán, 2260 m, 23/julio/1990, *J. Villa C. et al. 827* (IBUG!); Zapotlán el grande, Camino al Cerro de la Media Luna, 2136 m, 18/septiembre/2019, *A. Castro et al. 4190* (IBUG!). **Michoacán:** Cherán, Ladera NE del Cerro San Marcos, 2600 m, 15/agosto/1987, *M. Pérez R. 211* (CHAP!, IBUG!); Cherán, 3 km al S de Cherán, 2400 m, 13/agosto/1987, *M. Pérez R. 172* (CIIDIR!, IBUG!); Coeneo, Cerro El Timbe estación de microondas, 2450 m, 11/diciembre/1985, *H. Díaz-Barriga 1848* (CHAP!, XAL!); Hidalgo, Ladera W del Cerro San Andrés, 3030 m, 19°48'25"N 100°37'37"W, 18/octubre/2012, *G. Aguilar-Gutiérrez et al. 981* (IEB!); **Hidalgo,** Ladera S del Cerro San Andrés, 3375 m, 19°47'13"N 100°35'48"W, 5/noviembre/2010, *G. Aguilar-Gutiérrez & S. Zamudio R. 236* (IEB!); Huiramba, Tupátaro, 2300 m, 28/agosto/1986, *J.M. Escobedo 1177* (ANSM!); Huiramba, Parte alta del Cerro La Taza, 3190 m, 22/agosto/1986, *H. Díaz B. & S. Zamudio 2648* (CIIDIR!, IBUG!); Huiramba, Parte alta Cerro Las Nieves, 3350 m, 17/julio/1992, *H. Díaz B. & E. García L. 7020* (XAL!); Lagunillas, Cerro El Águila, 2590 m, 19°36'37"N 101°22'40"W, 12/octubre/2008, *G. Cornejo T. & G. Ibarra M. 3190* (IEB!); Lagunillas, Cerro El Águila, 2620 m, 16°36'31"N 101°22'18"W, 12/octubre/2008, *G. Cornejo T. & G. Ibarra M. 3248* (IEB!); La Piedad, Cerro Grande de la Piedad, 2500 m, 30/agosto/1994, *S. Zamudio et al. 9372* (XAL!); Ocampo, A 1.1 km al SO de Cieneguillas, 2634 m, 19°34'29.4"N 100°18'43"W, 10/julio/2015, *D. Álvarez 15764* (MEXU!); Ocampo, El Salto aprox. 3 km al E de Ocampo, 2240 m, 1/octubre/1989, *R. Torres C. 13263* (XAL!); Ocuilán, 2 km al N de Santa Mónica, 2370 m, 18°99'16"N 99°26'08"W, 20/julio/1990, *L. Zizumbo A. 17* (INEGI!); Santa Clara del Cobre, Cerro del Burro, 3200 m, 26/mayo/1988, *E. Pérez-Calix 54* (CIIDIR!, IBUG!, XAL!); Santa Clara del Cobre, San Gregorio, 2650 m,

3/septiembre/1988, *E. Pérez-Calix 195* (CIIDIR!, IBUG!, XAL!); Santa Clara del Cobre, Cerro del Burro, 3000 m, 26/mayo/1988, *J.M. Escobedo 1414* (IBUG!); Tlalmanalco, 3 km al E de San Rafael, 2700 m, 19/septiembre/1976, *S.E. Cortés 454* (INEGI!); Tlalpujahua, Camino Cerro San Miguel el Alto a Calvario, 2920 m, 21/octubre/1987, *S. Zamudio R. 5791* (IBUG!, IEB!, XAL!); Zinapécuaro, Presa Pízcuaru, 3050 m, 25/enero/1990, *J.M. Jasso 1782* (CHAP!, XAL!); Zinapécuaro, Campamento turístico Los Azufres, 2850 m, 27/julio/1986, *S. Zamudio 4200* (CHAP!, CHAPA!, CIIDIR!); Zinapécuaro, Ladera SW del Cerro San Andrés, 3200 m, 28/agosto/1987, *S. Zamudio R. 5518* (CHAPA!, IEB!); Zinapécuaro, La Cañada a 1 km al E de El Rincón de Jeráhuaro, 2580 m, 15/agosto/1989, *M.J. Jasso 1381* (CIIDIR!, IBUG!); Zinapécuaro, Presa La Gachupina lado SW, 2910 m, 19/septiembre/1989, *M.J. Jasso 1598* (CIIDIR!, IBUG!); Zinapécuaro, Laguna de Los Azufres, 2870 m, 30/agosto/1986, *H. Díaz B. & S. Zamudio 2701* (IBUG!); Zitácuaro, Camino al Cerro Cacique, 2230 m, 16/septiembre/1989, *R. Torres & M. Ramírez 13003* (XAL!). **Morelos:** Huitzilac, Zempoala, 19/septiembre/1938, *E. Lyonnet 2485* (XAL!). **Oaxaca:** Ixtlán de Juárez, Northwest slope of Cerro Humo Chico, 2870 m, 17°29'17.12"N 96°29'51.5"W, 9/noviembre/1983, *D.E. Breedlove & F. Almeda 59969* (MEXU!). Puebla: Cholula, Camino a Tepetzingo, 19°04'45"N 98°31'30"W, 2650 m, 4/noviembre/1987, *M. Tlapa A. & G. Ubierna 1275* (XAL!). **Querétaro:** Amealco, 8 km al NE de San Pablo, 2700 m, 23/octubre/1989, *Rzedowski 49177* (IEB!). **Veracruz:** Acajete, Entre Acajete y Puenteceillas, 1950 m, 27/junio/1985, *M. Chazaro B. & M. Leach 3405* (XAL!); Acajete, Masatepec, 950 m, 14/mayo/1975, *F. Ventura A. 11336* (XAL!); Acajete, Acajete, 1950 m, 14/mayo/1979, *F. Ventura A. 16079* (XAL!); Acajete, La Joya, 2050 m, 11/julio/1980, *F. Ventura A. 17484* (XAL!); Acultzingo, Cumbres de Acultzingo, 2250 m, 18°43'10"N 97°17'49"W, 5/noviembre/1985, *J.L. Martínez & R. Acosta P. 916* (XAL!); Calchahualco, A 2 km de Ahuihuixtla, camino a Tres Aguas (Coscomatepec), 1750 m, 19°08'00"N 97°03'00"W, 25/mayo/1985, *J.L. Martínez & F. Vázquez 271* (IBUG!); Calchahualco, San Miguel Tlacotiopa, 2600 m, 19°06'00"N 97°14'00"W, 30/julio/1985, *J.L. Martínez & F. Vázquez 527* (IBUG!, XAL!); Calchahualco, El Raicero, 3151 m, 19°06'17"N 97°13'53"W, 12/08/2009, *D. Jiménez S. 1146* (XAL!); Calchahualco, A 10 km al O de Escola, 2100 m, 19°09'N 97°13'W, 26/junio/1985, *J.L. Martínez & F. Vázquez 339* (XAL!); Chiconquiaco, entre Chiconquiaco y Planta del Pie, 2100 m, 11/julio/1984, *M. Chazaro & L. Robles 3107* (IBUG!, XAL!); Coscomatepec, 8 km SW of Escola, 2500 m, 19°07'00"N 97°11'00"W, 8/julio/1982, *M. Nee & G. Diggs 24859* (XAL!); Las Minas, Vereda de Cruz Blanca

Rinconada, 2250 m, *C. Duran E. y P. Burgos* 496 (XAL!); Las Minas, Cerro La Tolva, 19°39'00"N 97°08'00"W, 22/julio/1989, *C. Duran E. & M. Bielma* 945 (XAL!); Las Minas, Vereda de Cruz Blanca a Las Minas, 19°40'00"N 97°10'00"W, 17/julio/1993, *C. Duran E. & L. Leal* 1141 (XAL!); Orizaba, Ladera NW del cerro del "Borrego", 1350 m, 28/enero/1984, *J. García P.* 1783 (CHAPA!); Rafael Ramírez, Rancho Casa Blanca, carretera a Perote, 2300 m, 19°39'00"N 97°07'00"W, 27/septiembre/1983, *F. Vázquez B.* 1280 (XAL!); Tonayan, Arriba de Monte Real, 2100 m, 1/septiembre/1982, *M. Cházaro & J. Márquez* 2612 (CHAPA!); Tonayan, Arriba de Monte Real rumbo a La Magdalena, 2050 m, 1/junio/1981, *M. Cházaro B.* 1559 (IBUG!, XAL!).

Linum pringlei S. Watson (1888: 269). (Figura 23).

Tipo:—MÉXICO. Chihuahua: shaded slopes, Sierra Madre, *Pringle* 1200 (Holotipo: US!, Isotipos: GH!, MSC, NY).

Cathartolinum pringlei Small (1907: 74).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 23–68 cm de alto, glabras, raíz delgada; *tallos* erectos, ramificados desde cerca de la base, ramas ascendentes rígidas, extendidas, glabros. *Hojas* basales enteras, opuestas, las distales discretamente dentadas, alternas, lanceoladas u oblanceoladas, de 8.0–19 mm × 0.7–3.5 mm, sésiles, ápice agudo o redondeado, 2-nervadas, membranosas, glabras, glándulas estipulares ausentes. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos de 3.0–14.0 mm de longitud, *brácteas* de 1.7–3.4 mm de longitud, margen escasamente dentado, ápice agudo, glándulas estipulares ausentes; *sépalos* persistentes, ovados a lanceolados, de 3.0–4.5 mm × 0.8–2.1 mm, margen entero o escasamente dentado por encima del medio a glandular dentado, ápice agudo a acuminado, 1-nervados, glabros, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* blancos o rosados, oblanceolados, de 5.0–8.0 mm de longitud, glabros; *estambres* de 2.0–3.0 mm de longitud, anteras de 0.6–0.8 mm de longitud, amarillas-claro, estaminodios presentes; *estilos* libres, de 1.1–2.0 mm de longitud, estigmas capitados, blancos. *Fruto* ovoide-piriforme, de 2.3–



083292

INSTITUTO DE ECOLOGIA
CENTRO REGIONAL DEL SAJON

IEB
CAPTURADO DEL
BASE DE DATOS

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
cm
copyright reserved

COLEGIO DE
POSTGRADUADOS
CHAPA
PROYECTO DE INVESTIGACION
COMUNIDAD RURAL

HERBARIO "HOUSTON"
CHAPA
Colegio de Postgraduados
LINACEAE
***Linum pringlei* S. Watson !**
González-Velasco, J. Junio 2021
Proyecto Taxonomía de la familia Linaceae en México

HERBARIO DEL CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA COMUNIDAD RURAL (CIDIR)
UNIDAD DURANGO
PLANTAS MEXICANAS
Linum pringlei Wats.
Fam. LINACEAE N v
Loc potrero Tinajita, ejido San Juan de Michis, Mpio. de Suchil
Estado Durango Fecha 23/IX/1985
Hab bosque de encino-pino, en ladera
Col J. Alverado Alt. 60 m.
Observ flor blanca y rosa, abundante
Det. A. García

Figura 23. *Linum pringlei* S.Watson.

2.7 mm × 2.3–2.8 mm, a menudo púrpura cerca del ápice, glabro, pericarpio delgado, ápice acuminado, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, septos ciliados a lo largo de los márgenes; *semillas* estrechas a ampliamente ovadas, marrón-rojizo, de 1.5–1.8 mm × 0.8–1.1 mm.

Distribución:—En México en Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango y Jalisco (Figura 19).

Hábitat y ecología:—Bosque de abetos u oyameles, bosque de escumifolios, encinares, encinares-pinares, matorral inerme o subinerme parvifolio, palmares, pinares. Elevación 1900–2900 m. Suelos tipo cambisol, castañozem, feozem, litosol, luvisol, regosol, rendzina, vertisol y xerosol.

Fenología:—Floración de marzo a septiembre, fructificación de junio a octubre.

Nota:—Endémica a México. Se distingue fácilmente de otros linos por el color blanco a rosado de la corola, sin embargo, vegetativamente suele confundirse con *L. neomexicanum* y *L. flagellare*. Los frutos ovoides-piriformes de *L. pringlei* son un carácter que puede ser utilizado para identificar a la especie.

Estado de conservación:—Los bosques de la porción noroccidental del país, área de distribución de la especie, sufren amenazas constantes por diversos factores naturales y antrópicos como el cambio climático global, por lo que *L. pringlei* podría encontrarse en alguna categoría de riesgo (Shirk *et al.* 2018, Gutiérrez-García & Ricker 2019).

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Aguascalientes:** San José de Gracia, 10 km al NW de la Congoja, 2630 m, 22°12'39.2"N 102°38'5.9"W, 16/octubre/2013, *Murillo-Pérez* 525 (INEGI!); San José de Gracia, 12 km al SW de la Congoja, 2700 m, 16/octubre/1973, *Rzedowski & McVaugh* 778 (MEXU!). **Chihuahua:** Ocampo, Parque Nacional, Cascada de Basaseachi, 2100 m, 28°11'00"N 108°12'30"W, 3/octubre/1986, *R Spellenberg et al.* 8674 (CIIDIR!). **Coahuila:** Saltillo, Ladera caliza 3 km al S de El Frayle, 1953 m, 25°00'47.6"N 101°20'6.8"W, 1/octubre/2016, *M.A. Ayala-Ramos et al.* 60 (MEXU!). **Durango:** Cuencamé, Cuencamé de Ceniceros, 12/octubre/1973, *J. Marroquín* 2648 (ANSM!); Durango, Predio Las Bayas, 2710 m, 8/agosto/1990, *A. García y M. González* 569 (CHAPA!, CIIDIR!); Durango, Parque El Tecuán,

4/septiembre/1984, *F. Casillas et al.* 38 (CIIDIR!); Durango, Parque El Tecuán, 30/agosto/1984, *F. Casillas et al.* 40 (CHAPA!, IBUG!); Durango, Predio Las Bayas, 2700 m, 23°25'00"N 104°51'00"W, 8/agosto/1990, *A. García y M. González* 605 (CIIDIR!); Durango, Parque El Tecuán, 30/agosto/1984, *F. Casillas et al.* 40 (CIIDIR!); Durango, Parque El Tecuán, 4/septiembre/1984, *F. Casillas et al.* 39 (CIIDIR!); Durango, Parque El Tecuán, 4/septiembre/1984, *F. Casillas et al.* 46 (CIIDIR!); El Mezquital, 19 km de Los Charcos, 2400 m, 4/octubre/1983, *S. González & M. González* 2560 (ANSM!, CHAP!, CHAPA!, CIIDIR!, IBUG!, MEXU!); El Mezquital, 22 km al NE de Los Charcos, 2750 m, 1/noviembre/1982, *S. González & J. Rzedowski* 2345 (CHAPA!, CIIDIR!); El Mezquital, Rancho de La Mesa, 28/septiembre/1985, *I. Solís* 391 (CIIDIR!, IEB!, MEXU!); Otaez, Entre Llano Blanco y San José de la Escalera, 5/octubre/1990, *A. Benítez* 2654 (CHAP!, CIIDIR!, MEXU!); Puente El Cajón San Antonio a 10 km de Altares, 1510 m, 2/octubre/1990, *O. Bravo B.* 1711 (CHAP!, CIIDIR!); Súchil, Trampa Las Iglesias a 2 km de Alemán, 19/septiembre/1986, *F. Acevedo* 245 (ANSM!, CHAP!, CIIDIR!); Súchil, Potrero Tinajíta, ejido San Juan de Michis, 23/septiembre/1985, *J. Alvarado* 60 (ANSM!, CHAPA!, CIIDIR!, IBUG!, IEB!); Súchil, 4 km al SW de Piedra Herrada, 2400 m, 11/septiembre/1981, *S. González* 1948 (ANSM!, CHAPA!, CIIDIR!, ENCB!, IEB!, XAL!); Súchil, Arroyo El Ranchero, 2400 m, 23°22'03"N 104°18'03"W, 12/agosto/1990, *S. González & M. González* 4751 (CIIDIR!, IBUG!); Súchil, Reserva de la Biosfera de La Michilia, 23°23'99"N 104°14'99"W, 1/octubre/1983, *G. Flores* 13519 (CIIDIR!); Súchil, Arroyo Las Iglesias, 12/septiembre/1986, *F. Acevedo* 234 (CIIDIR!); Súchil, Mesa EL Burro, 2700 m, 23°23'99"N 104°17'99"W, 18/septiembre/1985, *S. González* 3235 (CHAP!, CHAPA!, CIIDIR!, UAMIZ!); Súchil, Arroyo Los Indios, 19/septiembre/1985, *J. Alvarado* 36 (CIIDIR!); Tepehuanes, 50 km de Tepehuanes, 2570 m, 12/septiembre/1989, *O. Bravo B.* 316 (CHAP!, CIIDIR!); Tepehuanes, 5 km de la Mesa Alta, 2450 m, 6/septiembre/1989, *O. Bravo B.* 244 (CHAP!, CIIDIR!); 4 km al NW of Los Angeles along road between Mazatlan and Durango, 2500 m, 28/octubre/1973, *D.E. Breedlove* 35739 (MEXU!). **Jalisco:** Tequila, Cima del Cerro (Volcán) de Tequila, 2850 m, 8/octubre/1988, *M. Cházaro B. et al.* 5723 (IBUG!, IEB!); Mezquitic, 5 km al NE de El Mortero por el camino a Monte Escobedo, 2300 m, 22°22'00"N 103°37'00"W, 22/septiembre/2001, *P. Carrillo-Reyes & E.M. Guevara* 2677 (IBUG!).

Linum puberulum A.Heller (1896: 627). (Figura 24).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. New Mexico: Santa Fe to the Cimarron River, Fendler 85 (Holotipo: US!, Isotipos: GH!, K!, MO, NY, PH, UC).

Linum rigidum var. *puberulum* Engelm. (1852: 25).

Cathartolinum puberulum Small (1907: 80).

Mesynium puberulum (Engelm.) W.A.Weber (1984: 3).

Descripción:—*Hierbas* anuales o perennes, de 5–25 cm de alto, densamente gris-uberulentas hasta la inflorescencia, raíz gruesa; *tallos* ascendente, ramificado desde la base, puberulentos. *Hojas* distales escasamente glandular-dentadas, alternas, las basales enteras, ocasionalmente opuestas, lineares, de (5.4)7.0–20.0 mm × 0.6–1.5 mm, sésiles, ápice acuminado, punta blanquecina, 1-nervadas, escariosas, glabras, glándulas estipulares prominentes en la base. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos de 3.4(5.0–)9.5(–10.0) mm de longitud, *brácteas* de 2.5–7.3 mm de longitud, margen glandular-dentado, ápice acuminado, glándulas estipulares prominentes en la base; *sépalos* persistentes, lanceolados, de (3.1)4.5–7.0 mm × 1.1–1.5 mm, margen glandular-dentado, a veces escariosos, ápice agudo a acuminado, 3-nervados, puberulentos al menos en la nervadura central, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillo-anaranjados a salmón, con base granate o rojiza, obcordados o ampliamente obovados, de 7.0–14.0 mm de longitud, glabros; *estambres* de 4.0–7.0 mm de longitud, anteras de 0.6–1.4 mm de longitud, amarillas, estaminodios ausentes; *estilos* fusionados hasta cerca del ápice, de 3.0–7.0 mm de longitud, estigmas capitados, marrón. *Fruto* ovoide, de 1.7–4.2 mm × 1.8–4.0 mm, glabro, pericarpio grueso, ápice obtuso, dehiscente en 5 segmentos; *semillas* estrechamente ovadas, marrón-rojizo, de 2.3–3.0 mm × 0.9–1.3 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Coahuila y Sonora (Figura 12).

Hábitat y ecología:—Matorral inerme o subinerme parvifolio, vegetación de desiertos áridos arenosos. Suelos tipo feozem, litosol, regosol y xerosol.



Figura 24. *Linum puberulum* A.Heller.

Fenología:—Floración y fructificación de mayo a octubre.

Nota:—La especie es la única del género en el noroeste del país con tallos puberulentos, con una corola en forma de cuenco y con sus estilos unidos casi hasta el ápice. Cabe destacar que hay ejemplares solo puberulentos en la parte basal, entonces, los estigmas capitados marrón, ayudan a diferenciarla de *L. vernale* que es glabra y con quien pudiera confundirse.

Estado de conservación:—Su presencia en el territorio nacional ocurre prácticamente en la frontera noroccidental con los Estados Unidos de América, por lo que pudiera estar en riesgo si las presiones antrópicas aumentan en la zona (Morrone 2019, Barrera-Robles *et al.* 2020).

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Coahuila:** Acuña, 72 km al noroeste de Ciudad Acuña, 596 m, 29°34'01"N 101°42'04"W, 23/abril/2017, *J.A. Encina et al.* 5830 (ANSM!, MEXU!); Acuña, Rancho Los Ángeles, 560 m, 29°34'02"N 101°37'12"W, 18/abril/2017, *J.A. Encina et al.* 5750 (MEXU!); Piedras Negras, 13.47 km al sureste de la Ciudad de Piedras Negras, 273 m, 28°31'17"N 100°29'35"W, 24/abril/2016, *J.A. Encina et al.* 5323 (ANSM!). **Sonora:** Agua Prieta, Northeast of Sierra Anibácachi, 1287 m, 31°13'59"N 109°37'53"W, 23/abril/2004, *A.L. Reina et al.* 300 (MEXU!).

Linum rupestre Engelm (1850: 232). (Figura 25).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas: New Braunfels, *Lindheimer* 337 (Holotipo: GH!, Isotipos: MO, NY!, PH!, UC, US!, YU!).

Linum rupestre var. *cymosulum* Engelm (1852: 26). Tipo:—MÉXICO. Coahuila: Buena Vista, *J. Gregg* 63; 1847 (Holotipo: MO)

Cathartolinum rupestre Small (1907: 76).

Cathartolinum wrightii Small (1907: 76). Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas: from western Texas to El Paso, *C. Wright* 71 (Holotipo: NY!, Isotipos: GH!, UC, US!)

Linum wrightii H.J.P. Winkler (1931: 116).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 25–50(75) cm de alto, glabras, a veces esparcidamente pubescentes en la porción basal, raíz delgada; *tallos* erectos, engrosados, estriados, sin ramificar hasta el nivel de la inflorescencia, esencialmente glabros. *Hojas* enteras, a veces ligeramente dentadas, las basales alternas u opuestas, las distales alternas, lineares a linear-lanceoladas, de 4.0–26.0 mm × (0.3)0.5–2 mm, sésiles, ápice agudo a acuminado, blanquecino, 1-nervadas, coriáceas, glabras, glándulas estipulares presentes en la base. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos de 2.4–21.0 mm de longitud, *brácteas* de 2.2–5.5 mm de longitud, margen glandular-dentado, ápice acuminado, blanquecino, glándulas estipulares en la base, conspicuas, negras; *sépalos* persistentes, lanceolados a ovados, de (2.4)2.5–5.0 mm × 0.8–1.2(1.5) mm, generalmente con una coloración vino-obscura, margen glandular-dentado, ocasionalmente escariosos, ápice acuminado a cuspidado, punta blanquecina, 1-3-nervados, nervios conspicuos, glabros, con glándulas estipulares presentes en la base; *pétalos* amarillos, oblanceolados u obcordados, de 6–11 mm de longitud, pubescentes cerca de la base; *estambres* de 2.0–8.0 mm de longitud, anteras de 0.5–1 mm de longitud, amarillas, estaminodios presentes, diminutos; *estilos* libres, de 3.0–6.5 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* ampliamente ovoide, de 1.8–2.4 mm × (1.0)2.0–3.0 mm, glabro, pericarpio delgado, ápice puntiagudo, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, septos provistos de cilios marginales; *semillas* ovadas a ampliamente oblongas, marrón-rojizas, de 1.2–1.6 mm × 1.0 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas (Figura 3).

Hábitat y ecología:—Bosque caducifolio, bosque de escuamifolios, cardonales, chaparral, crasi-rosulifolios espinosos, encinares, encinares-pinares, izotales, matorral espinoso con espinas laterales, matorral inerme o subinerme parvifolio, nopaleras, palmares, pastizales, selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia, tetecheras, vegetación de desiertos áridos arenosos, zacatonales. Elevación 1200-3000 m. Suelos calizos tipo andosol, cambisol, castañozem, feozem, litosol, luvisol, regosol, rendzina, solonchak, vertisol, xerosol y yermosol.

Fenología:—Floración y fructificación de septiembre a diciembre.

Nota:—Lo estrecho de sus hojas y la ausencia de verticilos foliares, son caracteres que permiten diferenciar a *L. rupestre* de las especies más emparentadas. El porte se asemeja al de *L. scabrellum*, con la que se le suele confundir, sin embargo, *L. rupestre* es glabra. También se asemeja a *L. flagellare* en la forma del hábito, pero la presencia de glándulas estipulares en hojas y sépalos, así como los estilos libres y mucho más largos en *L. rupestre*, permiten diferenciarla de esta última.

Estado de conservación:—Es una de las especies de *Linum* de más amplia distribución en el país y podría considerarse fuera de peligro.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Aguascalientes:** Tepezalá, 4 km al E de Tepezalá, 2000 m, 11/septiembre/1980, *M. De la Cerda & G. García* 276 (CIIDIR!); Tepezalá, 2 km al E de Tepezalá, 2200 m, 22°13'28"N 102°08'14"W, 29/mayo/2009, *G. García* 5581 (CIIDIR!); Tepezalá, Arroyo Las Pilas, 2024 m, 22°15'59"N 102°10'30"W, *J. Martínez-Ramírez* 2570 (INEGI!); Tepezalá, 500 m al NE de la cementera Cruz Azul, 2034 m, 22°11'27.66"N 102°11'53.98"W, 1/febrero/2013, *J. Martínez R.* 2295 (INEGI!); Tepezalá, 4 km al E de Tepezalá, 2247 m, 22°13'13.1"N 102°08'6.1"W, 19/abril/2013, *Araiza-Arvilla* 346 (INEGI!). Chiapas: Oxchuc, Tolbil Ja', 3000 m, 16°49'51"N 92°15'50"W, 20/junio/1988, *F. Gómez-Santiz* 244 (XAL!). **Chihuahua:** Chihuahua, 2.0 mi NE of Aquiles Serdán, Sierra Santa Eulalia, 1530 m, 28°30'00"N 105°52'0.01"W, 19/julio/1977, *E. Lehto* 21539 (ASU!). **Coahuila:** Arteaga, Sierra de Zapalinamé, 1928 m, 25°24'51"N 100°50'10"W, 15/julio/2015, *J.A. Encina & J.M. Cárdenas V.* 4913 (ANSM!, MEXU!); Candela, Sierra de Pájaros Azules Campo Santa María, 1800 m, 27°01'00"N 100°50'00"W, 11/enero/1997, *M.A. Carranza et al.* 2730 (ANSM!, XAL!); Castaños, Sierra La Gavia Rancho La Gavia, 1295 m, 26°10'00"N 101°18'30"W, 10/agosto/1995, *M.A. Carranza & J. Encinas* 2263 (CHAP!, CIIDIR!, XAL!); Cuatrociénegas, Rancho Potrero Menchaca, 1300 m, 1/mayo/1981, *L.E. Rodríguez G.* 154 (ANSM!); General Cepeda, Sierra de la Paila, 1750 m, 25°38'00"N 101°35'00"W, 24/mayo/1990, *J.A. Villarreal et al.* 5640 (ANSM!, CHAPA!); General Cepeda, Sierra de la Paila, parte Oeste, 1560 m, 26°05'00"N 101°44'00"W, 18/abril/1992, *J.A. Villarreal et al.* 6349 (ANSM!); General Cepeda, Sierra de la Paila valle de La Nopalera, 1750 m, 25°38'00"N 101°35'00"W, 27/abril/1990, *J.A. Villarreal et al.* 5620 (ANSM!); Monclova, On Route 30, west of Monclova, 22/diciembre/1977,



Figura 25. *Linum rupestre* Engelm.

N.A. Harriman 14218 (CHAPA!); North flank of Sierra de los Alamitos, 1400 m, 26°30'00"N 102°21'00"W, 14/junio/1972, *F. Chiang et al. 7772* (MEXU!); Ocampo, Sierra la Encantada, Rcho. Puerto del Aire, 1250 m, 28°17'00"N 102°28'00"W, 8/septiembre/1990, *M.A. Carranza et al. 743* (ANSM!); Parras, Arroyo seco en el Rancho El Tunal, 2020 m, 25°21'00"N 101°59'30"W, 16/abril/1981, *A. Rodríguez & M.A. Carranza 205* (ANSM!); Parras, Rancho El Tunal, 2050 m, 25°20'00"N 101°55'00"W, 7/octubre/1983, *A. Rodríguez & M. Carranza 917* (ANSM!, CIIDIR!); Parras, Sierra de Parras en el arroyo seco del Rancho El Tunal, 2050 m, 1/septiembre/1981, *A. Rodríguez & P. Antonio H. 564* (ANSM!); Parras, Arroyo seco en el Rancho El Tunal, 2050 m, 25°21'00"N 101°59'30"W, 16/abril/1981, *A. Rodríguez & M.A. Carranza s.n.* (CIIDIR!); Ramos Arizpe, El Cedral Sierra de la Paila, 1600 m, 26°02'00"N 101°23'00"W, 16/octubre/1986, *J.A. Villarreal et al. 3551* (ANSM!); Ramos Arizpe, Sierra de la Paila Ejido el Cedral, 1900 m, 25°57'00"N 101°33'00"W, 4/octubre/1989, *J.A. Villarreal et al. 5249* (ANSM!); Ramos Arizpe, Cañada el Diente Sierra de la Paila, 1600 m, 26°09'00"N 101°30'00"W, 5/octubre/1988, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 4696* (ANSM!); Ramos Arizpe, Cañada el Diente Sierra de la Paila, 1600 m, 26°09'00"N 101°30'00"W, 19/septiembre/1989, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 5217* (ANSM!); Ramos Arizpe, El Cedral Sierra de la Paila, 1600 m, 26°02'00"N 101°23'00"W, 20/agosto/1987, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 3928* (IBUG!, MEXU!); Saltillo, Entrada Cañón de San Lorenzo, 1974 m, 25°20'22"N 100°59'10"W, 26/abril/2015, *J.A. Encina & J.M. Cárdenas V. 4654* (ANSM!); Saltillo, Ladera baja de la Sierra de Zapalinamé, 2051 m, 25°19'47"N 101°00'47"W, 25/agosto/2007, *J.A. Encina et al. 1905* (ANSM!); Saltillo, El Chiflón, aprox. 35 km al NW de Saltillo, 1400 m, 25°27'36"N 101°19'07"W, 28/julio/1998, *M.A. Carranza & J. Valdés R. 2958* (ANSM!); Saltillo, Rancho Los Ángeles, 1900 m, 28/julio/1982, *G. Villaseñor et al. 1633* (ANSM!); Saltillo, Estación de Microondas Vega, 1600 m, 25°26'00"N 101°06'00"W, 5/junio/1992, *J.A. Villarreal et al. 6625* (ANSM!); Saltillo, Rancho "Dos arbolitos", 1800 m, 15/junio/1981, *M.A. Carranza et al. s.n.* (ANSM!); Saltillo, Oeste de la Sierra de Zapalinamé, 1951 m, 25°20'7.19"N 101°01'2.03"W, 19/abril/2015, *J.A. Encina et al. 4482* (ANSM!); Saltillo, Camino del Cuatro Sierra de Zapalinamé, 2330 m, 25°21'35"N 100°56'08"W, 26/julio/2003, *J.A. Encina et al. 1139* (ANSM!); Saltillo, S de Saltillo camino a Zacatecas, 1 km al N de La Minita, 2015 m, 25°09'28.6"N 101°05'52"W, 1/octubre/2016, *M.A. Ayala-Ramos et al. 57* (MEXU!).

Durango: El Mezquital, 5 km al NW de Yonora, 2020 m, 23/mayo/1987, *M. González & S. Acevedo 2214* (ANSM!, CIIDIR!, IEB!); El Mezquital, 48 km de Durango, 21/abril/1981, Y.

Herrera 43 (CIIDIR!); Nombre de Dios, 3 km al W de La Parrilla, 14/noviembre/1983, *S. González et al.* 2800 (CHAP!, CHAPA!, CIIDIR!, IBUG!). **Guanajuato:** Comonfort, 2 k al NE de Empalme Escobedo, 1900 m, 27/junio/1987, *Rzedowski 43440* (CIIDIR!, IBUG!, XAL!); San Miguel de Allende, Atotonilco, 1900 m, 8/octubre/1992, *Rzedowski 51740* (XAL!); San Miguel de Allende, 17 km al NNW de San Miguel de Allende, 1900 m, 23/agosto/1988, *Rzedowski 47143* (XAL!); Xichú, Llano Grande 10 km al Este de Xichú, 1500 m, 14/septiembre/1989, *E. Ventura & E. López 7322* (XAL!). **Nuevo León:** Aramberri, San Francisco, nr., 1750 m, 01/junio/1997, *Hinton et al.* 27060 (ANSM!); Aramberri, km. 5 Carretera La Escondida-Aramberri, 1400 m, 24°06'19"N 99°53'55"W, 26/agosto/2005, *P. Carrillo-Reyes & V. Sosa, 4654* (IBUG!); Cadereyta, Ca. 4 km al NE de Cadereyta Jiménez, 20/abril/1973, *J. Marroquín 2518* (ANSM!); Dr. Arroyo, Santa Gertrudis, nr., 1780 m, 16/marzo/1993, *Hinton et al.* 22708 (ANSM!); Galeana, Cerro El Potosí, SE of., 2210 m, 23/julio/1983, *Hinton et al.* 18526 (ANSM!, CHAPA!, CIIDIR!, IBUG!, XAL!); Dr. Arroyo, Matehuala-Dr. Arroyo aprox. 38 km, 17/junio/1992, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 6554* (ANSM!); Galeana, El Barrial, 1620 m, 24/septiembre/1979, *Hinton et al.* 17662 (IEB!); Zaragoza, Zaragoza, nr., 1365 m, 28/julio/1993, *Hinton et al.* 23115 (ANSM!); Zaragoza, Sierra El Soldado, 2850 m, 24°48'00"N 99°52'00"W, 24/agosto/1989, *J.A. Villarreal et al.* 4920 (ANSM!). **Oaxaca:** Cuicatlán, 16 km al W por la terracería que va rumbo a San Pedro Jocotipac, 1750 m, 19/agosto/1987, *A. Salinas T. 4323* (IEB!); San Pedro Jocotipac, Loma de En medio 5 km al SE de San Pedro Nodon, 1910 m, 24/octubre/1991, *P. Tenorio L. & E. Martínez 17903* (MEXU!). Puebla: Chapulco, 2 km antes de llegar a Nicolas Bravo, 2300 m, 28/septiembre/1989, *M. Chazaro B. et al.* 6094 (XAL!). **Querétaro:** Jalpan de Serra, Cerro de los Fresnos, 1500 m, 4/septiembre/1989, *C. Guzmán 107* (IEB!). **San Luis Potosí:** Catorce, San Antonio, 2146 m, 23°31'34.75"N 100°56'16.35"W, 13/octubre/2016, *J. López H. 77* (INEGI!); Charcas, Camino Charcas-Villa de Cos, 2215 m, 23°09'49.6"N 101°10'54.9"W, 13/septiembre/2020, *A. Villalvazo-Hernández & J. González-Velasco 54* (CHAPA!); Charcas, Sierra de Monte Grande, 2175 m, 14/septiembre/1989, *J.A. Reyes A. 460* (CHAP!, CHAPA!, IBUG!); Charcas, Sierra de Monte Grande, 2175 m, 26/octubre/1989, *J.A. Reyes A. 923* (CHAPA!, IEB!, SLPM!); Charcas, Sierra de Monte Grande, 2500 m, 13/septiembre/1989, *J.A. Reyes A. 392* (CHAPA!); Charcas, Sierra de Monte Grande, 2175 m, 23/octubre/1989, *J.A. Reyes A. 875* (CHAPA!); Charcas, Sierra de Monte Grande, 2300 m, 14/septiembre/1989, *J.A. Reyes A. 427* (CHAPA!); Moctezuma, "La Calera" 2.5 km al Oeste del Estanco, 1980 m, 20/agosto/1976, *M. Bustos Z. s.n.* (CHAPA!). **Tamaulipas:**

Víctoria, ca 17 mi by rd SW of Cd. Víctoria, 1086 m, 23°36'00"N 99°12'00"W, 31/julio/1976, G.L. Webster & W.S. Armbruster 20567 (TEX!). **Veracruz:** Totalco, 4 km al SW de Alchichica, 235 m, 19/mayo/1975, M. Vázquez-Torres et al. 1968 (CIB!); Perote, Perote, 19°19.3'00"N 97°13'35.79"W, 2494 m, 19/diciembre/1998, G. Castillo-Campos 19099 (XAL!). **Zacatecas:** Jerez, A 2 km al Noreste de la comunidad de Puerta de Chula, 2130 m, 22°42'8.13"N 102°52'54.81"W, 15/Octubre/2020, L. Hurtado-Reveles 674 (CHAPA!).

Linum rzedowskii Arreguín (1985: 262). (Figura 26).

Tipo:—MÉXICO, Estado de México: Llano Pinahua, aproximadamente 8 Km al SW de Río Frío, mpio. de Ixtapaluca, elev. 3200 m, en un claro en medio del pinar, J. Rzedowski 37285 (Holotipo: ENCB!).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 15–25 cm de alto, glabras, raíz gruesa; *tallo* rastrero o postrado, ligeramente estriados, ramificado desde la base, glabros. *Hojas* enteras, alternas, linear-lanceoladas, de (3.0–)4.6–5.5(–10.0) mm × (1.0–)1.1–1.3(–2.0) mm, sésiles, ápice acuminado, 1–3 nervados, nervadura central evidente, coriáceas, glabras, glándulas estipulares ausentes. *Inflorescencia* racimosa, pedicelos de (4.5)6.9–10.6 mm de longitud, glabros; *brácteas* de 2.1–4.2 mm de longitud, margen entero, ápice agudo, glándulas estipulares ausentes; *sépalos* persistentes, ovados, de 3.0–4.0 mm × 2.0–3.0 mm, más cortos que la cápsula, margen blanco, escarioso, ápice agudo, 1–3 nervados, nervaduras laterales poco evidentes, glabros, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* azules, obovados, de 6.0–8.0(11) mm de longitud, glabros; *estambres* 2.4–4.2 mm de longitud, anteras de 0.6–1.0 mm de longitud, amarillas, estaminodios diminutos; *estilos* libres, 1.1–1.9 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* ovado, de 5.0–6.0 mm × 4.0–5.0 mm, glabro, pericarpio grueso, ápice agudo, dehiscente en 10 segmentos, septos ciliados; *semillas* elípticas, marrón, de 3.0–4.0 mm × 1.2–1.5 mm.

Distribución:—En México en el Estado de México (Figura 12).



Figura 26. *Linum rzedowskii* Arreguín.

Hábitat y ecología:—Pastizales, pinares, selva baja caducifolia. Elevación 3000-3500 m. Suelos tipo andosol, cambisol, feozem, planosol, regosol y vertisol.

Fenología:—Florece y fructifica de julio a agosto.

Nota:—Endémica a México. Especie de flores azules que ocurre solo en un área pequeña del Estado de México y que no se superpone en su distribución con *L. lewisii*. El hábito decumbente, los márgenes blancos de los sépalos y el tamaño de los pétalos permiten diferenciarla fácilmente.

Estado de conservación:—Se trata de una especie con una distribución restringida dentro del territorio mexicano, y debido a que su hábitat es aledaño a los núcleos de población más grandes del país, es altamente probable que la especie se encuentre amenazada.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Estado de México:** Chalco, Río Frío Estación Forestal Zoquiapan, 3500 m, 16/agosto/1974, *E. García M. 12556* (CHAPA!); Ixtapaluca, Estación Experimental de Investigación y Enseñanza de Zoquiapan 8 km al S de Río Frío, 3250 m, 04/julio/1975, *S.D. Koch 75289* (CHAP!, CHAPA!); Ixtapaluca, Estación Experimental de Investigación y Enseñanza de Zoquiapan 8 km al S de Río Frío, 3000 m, 28/agosto/1975, *S.D. Koch & J. Magaña M. 75471* (CHAPA!); Ixtapaluca, Estación Experimental de Investigación y Enseñanza de Zoquiapan 8 km al S de Río Frío, 3200 m, 30/octubre/1975, *S.D. Koch 75704* (CHAPA!); Ixtapaluca, Estación Experimental de Investigación y Enseñanza de Zoquiapan 8 km al S de Río Frío, 3200 m, 03/julio/1978, *R. Vega A. 229* (CHAPA!); Ixtapaluca, Llano Pinahua, 3250 m, 12/agosto/1980, *Rzedowski 36790* (CIIDIR!, IEB!, SLPM!); Ixtapaluca, Llano Grande, 3000 m, 30/agosto/1983, *E. Ventura V. 1295* (IEB!, XAL!); Ixtapaluca, Llano Tepochaico, 3350 m, 17/julio/1983, *Rzedowski 38109* (IEB!, XAL!); Ixtapaluca, Llano Grande, 3100 m, 3/julio/1983, *E. Ventura V. 1051* (UAMIZ!).

Linum scabrellum Planchon (1848: 507). (Figura 27).

Tipo:—MÉXICO. Hidalgo: Zimapán, *T. Coulter 754* (Holotipo: K!).

Cathartolinum scabrellum Small (1907: 74).

Linum macradenuium Brandegees (1911: 181). Tipo:—MÉXICO, San Luis Potosí, Minas de San Rafael, *Purpus* 4923 (Holotipo: UC!, Isotipos: F, GH!, MO, US).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de hasta 50 cm de alto, pubescentes a densamente pubescentes, raíz gruesa; *tallos* erectos, ascendentes, estriados, ramificados desde la base, a veces simples, cubiertos con pelos rígidos, blanquecinos, conspicuos. *Hojas* enteras, ocasionalmente con glándulas marginales en las superiores, las basales opuestas, las distales alternas, linear, linear-lanceoladas, las inferiores ocasionalmente elípticas, de 5.0–17.0 mm × 1.0–3.5 mm, sésiles, ápice agudo a acuminado, 1-nervadas, coriáceas, pubescentes, glándulas estipulares negras presentes en la base, muy conspicuas. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos de (5.9)10.0–20.0 mm de longitud, *brácteas* de 2.5–7.1 mm de longitud, pubescentes a lo largo del nervio central, margen glandular-dentado, ápice acuminado, glándulas estipulares negras presentes en la base, muy conspicuas; *sépalos* persistentes, lanceolados a angostamente ovados, de 2.5–5.5(6.0) mm × 1.0–2.2 mm, margen glandular-dentado, ápice agudo a acuminado, ocasionalmente con tintes morados, 3-nervados, nervio central evidente, dos glándulas estipulares negras presentes en la base, muy conspicuas; *pétalos* amarillo-anaranjados, oblanceolados, de 4–10 mm de longitud, pilosos en la base; *estambres* de 4–7 mm de longitud, glabros o esparcidamente pilosos, anteras de 0.4–1.2 mm de longitud, amarillas, estaminodios diminutos, a veces ausentes; *estilos* libres, de 2.5–6.5 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* ovoide a subgloboso, de 2.5 mm × 2.5–4.0 mm, glabro, pericarpio grueso, ápice agudo, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, septos ciliados; *semillas* elípticas a ovadas, marrón-rojizas, lustrosas, de 1.5–2.0 mm × 1.0 mm.

Distribución:—En México en Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz (Figura 19).

Hábitat y ecología:—Bosque de escumifolios, cardonales, chaparral, crasi-rosulifolios espinosos, encinar, encinar-pinar, izotales, matorral espinoso con espinas laterales, matorral inerme o subinerme parvifolio, pinares, pastizales, selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia, tetecheras, vegetación de desiertos áridos arenosos. Elevación 1400-2950 m. Suelos calichosos tipo cambisol, castañozem, feozem, fluvisol, litosol, luvisol, regosol, rendzina, vertisol y xerosol.

Fenología:—Floración de marzo a diciembre, fructificación de junio a diciembre.

Nota:—Endémica a México. Se trata de la única especie pubescente en todas sus partes vegetativas, sin ninguna hoja verticilada y con estilos libres. Se encuentra estrechamente relacionada con *L. rupestre*, sin embargo, esta última es totalmente glabra. Se observó que los ejemplares de *L. scabrellum* colectados en localidades más al norte son ligeramente menos densos en la pubescencia que los del centro y sur del país, es posible que sea esto a lo que refiera Rzedowski & Calderón de Rzedowski (1992) cuando describen a estas plantas como “cinéreas”.

Estado de conservación:—Si bien se trata de una especie con un rango de distribución amplio, la minería y la ganadería como actividades económicas en expansión, pudieran estar ejerciendo una presión negativa en su área de distribución (Salinas-Rodríguez 2015, De Nova *et al.* 2019) amenazando la viabilidad de algunas poblaciones.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Aguascalientes:** Tepezalá, Extremo NE de Arroyo Hondo, 2000 m, 22°11'05"N 102°11'13"W, 1/noviembre /2007, *G. García* 5386 (IEB!); Tepezalá, 4 km al E de Tepezalá, 2247 m, 22°13'13.1"N 102°08'6.1"W, 19/abril/2013, *G. García R.* 6015 (INEGI!). **Guanajuato:** Atarjea, Puerto del Gallo, 8 km al Sureste de La Joya, 2100 m, 14/diciembre/1988, *E. Ventura & E. López* 6501 (XAL!); San Luis de la Paz, 5 km al S de Pozos, 2100 m, 24/septiembre/1994, *Rzedowski* 52586 (ANSM!, XAL!); San Luis de la Paz, cerca de El Pregón, 24/septiembre/1994, *Rzedowski* 52569 (IEB!, XAL!); 3 km al W de Pozos, 2300 m, 28/junio/1987, *Rzedowski* 43481 (XAL!). **Hidalgo:** Nicolás Flores, El Arenalito, 20°46'04"N 99°68'56"W, 20/septiembre/1995, *V.H. López B.* 134 (CHAP!, XAL!). **Nuevo León:** Aramberri, Cerro Grande, 2180 m, 19/octubre/1986, *Hinton et al* 19106 (CHAPA!, CIIDIR!, IEB!); Dr. Arroyo, Carretera Matehuala-Dr. Arroyo aprox. 38 km, 17/junio/1992, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza* 6555 (ANSM!); Dr. Arroyo, Santa Gertrudis, nr., 1780 m, 16/marzo/1993, *Hinton et al.* 22707 (ANSM!); Dr. Arroyo, Camino a Agua Nueva, 2000 m, 23/junio/1981, *O. Briones* 683 (ANSM!, XAL!); Galeana, Santa Gertrudis, 1700 m, 20/julio/1993, *Hinton et al.*



Figura 27. *Linum scabrellum* Planchon.

23043 (IEB!); Mier y Noriega, West of Refugio de Cerros Blancos, 1825 m, 1/octubre/2001, *Hinton et al.* 27692 (ANSM!). **Oaxaca:** Cuicatlán, 6 km al N de Cuicatlán, 1750 m, 19/agosto/1987. *A. Salinas T. et al.* 4323 (XAL!); 2 km al NE-E de Suchixtlahuaca, 2100 m, 17°43'00"N 97°21'00"W, 6/junio/1985, *F. Chiang et al.* 2519 (MEXU!, XAL!). **Puebla:** Cañada Otate, brecha a Hijaderoaria, 2121 m, 18°01'00"N 97°20'00"W, 5/noviembre/2001, *P. Tenorio L. & L. Kelly* 21561 (MEXU!); Hwy 28, N of Azumbilla (which is N of Tehuacan), 2375 m, 18°41'00"N 97°24'20"W, 16/julio/1991, *Mayfield et al.* 876 (MEXU!). **Querétaro:** Peña Miller, Ejido Maguey Verde, 2242 m, 21°05'21"N 99°41'45"W, 13/octubre/2005, *O. Mares A. & M. Sosa M.* 497 (ANSM!); Cadereyta, Alrededores de Maconí, 1800 m, 10/noviembre/1988, *Rzedowski* 47642 (ANSM!); Ezequiel Montes, Cerro La Caja frente a la Peña de Bernal, 2157 m, 20°44'38.2"N 99°55'49.3"W, 24/septiembre/2020, *J. González-Velasco & P. Albarrán-González* 20001 (CHAPA!); San Joaquín, Cañada La Culebra, 1600 m, 27/agosto/1978, *S. Zamudio* 3221 (CIIDIR!); 5 km al S de Vizarrón, 16/08/1989, *Rzedowski* 48673 (CIIDIR!); Cadereyta, Alrededores de Maconí, 1800 m, 10/noviembre/1988, *Rzedowski* 47642 (IBUG!); San Joaquín, Cañada La Culebra, 1600 m, 27/agosto/1978, *S. Zamudio R.* 3221 (IBUG!, XAL!); Tequisquiapan, 3 km al W de Las Rosas, 2000 m, 8/septiembre/1990, *Rzedowski* 49998 (XAL!); Ezequiel Montes, 7.5 km de Bernal, carretera a Tolimán, 2000 m, 20°46'22"N 99°54'14"W, 11/octubre/2008, *E. Carranza & I. Silva* 7493 (IEB!); Peñamiller, Camargo, 1700 m, 12/junio/1991, *E. Ventura & E. López* 9229 (IEB!); Ezequiel Montes, 7.5 km de Bernal, carretera a Tolimán, 2000 m, 20°46'22"N 99°54'14"W, 11/octubre/2008, *E. Carranza & I. Silva* 7493 (UAMIZ!); Peñamiller, Camargo, 1700 m, 12/junio/1991, *E. Ventura & E. López* 9229 (XAL). **San Luis Potosí:** Ahualulco, 9.7 km al W del entronque Ahualulco-Charcas, 2100 m, 10/octubre/1985, *F. García-Pérez* 2025 (ANSM!, INEGI!, SLPM!); Armadillo de los Infante, Sierra de Álvarez, 1800 m, 1/septiembre/2012, *F. García S.* 8640 (ANSM!, SLPM!); Armadillo de los Infante, Camino a Tlaxcalilla a 200 m del cruce con la carretera con dirección a la mina, 1694 m, 22°16'0.77"N 100°40'0.24"W, 10/septiembre/2020, *A. Villalvazo-Hernández & J. González-Velasco* 42 (CHAPA!); Armadillo de los Infante, Camino a Tlaxcalilla a 200 m del cruce con la carretera con dirección a la mina, 1711 m, 22°16'0.67"N 100°40'13.6"W, 10/septiembre/2020, *A. Villalvazo-Hernández & J. González-Velasco* 44 (CHAPA!); Charcas, 6 km al E de Miguel Hidalgo, 23°12'00"N 101°04'00"W, 7/julio/1985, *P. Tenorio L. & T.P. Ramamoorthy* 9208 (MEXU!); Guadalcazár, Km 9 carretera a Guadalcazár, 1635 m, 22°37'19.3"N 100°29'26"W, 11/septiembre/2020, A.

Villalvazo-Hernández & J. González-Velasco 49 (CHAPA!); Guadalcázar, 1.6 km al este de la carretera Matehuala-San Luis Potosí, 1609 m, 9/noviembre/2019, V.W. Steinmann & M.M. Salinas-Rodríguez 8249 (CHAPA!); Guadalcázar, El Cañón Hondo, 12 km al NW de Guadalcázar, 22°36'58"N 100°29'21"W, 16/noviembre/1996, R. Torres C. 14852 (IEB!); Guadalcázar, El Cañón Hondo, 12 km al NW de Guadalcázar, 22°36'58"N 100°29'21"W, 10/octubre/1996, R. Torres C. 14698 (IEB!); Real de Catorce, 18 km del entronque Matehuala-San Luis Potosí, 1850 m, 23°50'00"N 101°05'00"W, 5/junio/1990, J.A. Villarreal et al. 5734 (ANSM!, IBUG!); Real de Catorce, Camino a Real de Catorce sobre la loma que esta antes de entrar al pueblo, 2537 m, 23°26'26.5"N 100°48'59"W, 12/septiembre/2020, A. Villalvazo-Hernández & J. González-Velasco 52 (CHAPA!); Real de Catorce, Parte alta del cerro Quemado, 2910 m, 23°40'21"N 100°54'45"W, 25/agosto/2013, S. Zamudio R. 16411 (IEB!); Soledad Diez Gutiérrez, 5 km al NE de Laguna Seca, 2000 m, 30/agosto/1955, Rzedowski 6293 (SLPM!); Villa Guadalupe, Sierra del Catorce rumbo a los lomeríos, 1833 m, 23°26'26.5"N 100°48'59.6"W, 12/septiembre/2020, A. Villalvazo-Hernández & J. González-Velasco 51 (CHAPA!); Villa Juárez, Camino Guaxcamá-Buenavista con dirección a la mina, 1215 m, 22°15'49.6"N 100°39'38"W, 11/septiembre/2020, A. Villalvazo-Hernández & J. González-Velasco 45 (CHAPA!). **Veracruz:** Perote, Perote, 2400 m, 19°33'47.17"N 97°13'47.17"W, 19/diciembre/1998, G. Castillo-Campos 19095 (MEXU!).

Linum schiedeanum Chamisso & Schlechtendal (1830: 234). (Figura 28).

Tipo:—MÉXICO. Veracruz: in sylvaticis prope Jalapam, San Andrés, C. J. W. Schiede y F. Deppe 517 (C. J. W. Schiede s.n.) (Holotipo: WU!, Isotipos: MO, HAL!).

Linum coulterianum Planchon (1848: 498). Tipo:—MÉXICO. Hidalgo: Zimapan, T. Coulter 758 (Holotipo: K!; Isotipo: GH!).

Linum greggii Engelm. (1852: 26).

Cathartolinum coulterianum (1907: 76).

Cathartolinum schiedeanum (Schltdl. & Cham.) Small (1907: 76).

Cathartolinum greggii Small (1907: 77). Tipo:—MÉXICO. Coahuila: near Saltillo, Gregg 387 (Holotipo: MO, Isotipos: GH!, NY).

Descripción:—*Hierbas* perennes, de 10–70 cm de alto, glabras o casi glabras, raíz delgada; *tallos* erectos o extendidos, estriados, sin ramificar hasta la inflorescencia, glabros. *Hojas* basales enteras, en verticilos de 4, las distales ciliadas, alternas, rara vez opuestas, oblanceoladas a lanceoladas, angostamente elípticas a obovadas, de 5.0–28.0 mm × 1.0–8.0 mm, sésiles, ápice agudo, apiculado o mucronado, (1)3-nervadas, nervadura media conspicua, ocasionalmente también algunas laterales, membranosas, glabras o rara vez con escasos pelos cerca de la base, glándulas estipulares presentes en la base. *Inflorescencia* en panícula cimosa, pedicelos de 0.1–2.0 mm de longitud, *brácteas* de 2.0–3.0 mm de longitud, glabras, margen glandular-dentado, ápice acuminado, glándulas estipulares ausentes; *sépalos* persistentes, lanceolados a ovado-lanceolados, de 2.0–5.0 mm × 1.0–1.5 mm, margen ampliamente escarioso, glandular-dentado, ápice agudo a cuspidado, 1-3-nervados, nervadura central evidente, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillos-verdosos, oblanceolados o estrechamente obcordados, de 2.0–10.0 mm × 2.0–6.0 mm, escasamente pilosos en la base; *estambres* de 2.0–5.0 mm longitud, anteras de 0.3–0.7 mm longitud, amarillas, estaminodios diminutos; *estilos* libres, de 1.5–4.0 mm de longitud, estigmas capitados, amarillos. *Fruto* ovoide, de 1.4–5.0 mm × 3.0–4.0 mm, glabros, pericarpio delgado, pálido, ápice agudo, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos parcialmente desarrollados, septos con cilios marginales escasos; *semillas* ovadas, marrón-rojizas, de 1.0–2.0 mm × 0.6–1.0 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Chiapas, Ciudad de México, Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas (Figura 12).

Hábitat y ecología:—Bosque de abetos u oyameles, bosque caducifolio, bosque de escuamifolios, chaparral, crasi-rosulifolios espinosos, cultivo, encinares, encinares-pinares, matorral espinoso con espinas laterales, matorral inerme o subinerme parvifolio, palmares, pinares, pastizales, selva alta o mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, zacatonales. Elevación 450-2950 m. Suelos tipo acrisol, andosol, cambisol, castañozem, feozem, fluvisol, gleysol, litosol, luvisol, planosol, regosol, rendzina, xerosol y vertisol.

Fenología —Florece y fructifica de junio a febrero.

Nota:—*Linum schiedeianum* se puede confundir fácilmente con *L. nelsonii*, ya que esta última constituye una especie variable en la cantidad y ubicación de la pubescencia, así como en el porte, tamaño de la planta y en las dimensiones de las hojas y las flores. No obstante, entre los caracteres que se pueden citar para diferenciar a *L. schiedeianum* es el ancho de las hojas, los pedicelos y los frutos glabros.

Estado de conservación:—Debido a lo amplio de su distribución y la diversidad de ambientes en donde prospera, se puede considerar fuera de riesgo.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Chiapas:** Amatenango, 5 km al este de la cabecera de Amatenango, 1676 m, 9/marzo/1988, *J. López P. 339* (CHAPA!); Comitán, Al SW de Comitán atrás fraccionamiento Tenam, 1695 m, 16°15'17"N 92°13'42"W, 4/septiembre/2008, *F. Hernández N. 2492* (XAL!); Oxchuc, 3 km S Rancho El Cura, 1970 m, 16°42'08"N 92°15'52"W, *S. Ochoa-Gaona et al. 4163* (CHAPA!); Oxchuc, Barrio Santísima Trinidad, 2050 m, 17/mayo/1988, *F. Gómez S. 183* (MEXU!); San Juan Cancuc, Cruz ajk te', 14/febrero/1992, *J. Brett 824* (XAL!). **Ciudad de México:** Xochimilco, Xochitepec, 2250 m, 6/noviembre/1977, *A. Ventura A. 3150* (CIIDIR!, IBUG!). **Coahuila:** Arteaga, Puerto San Lorenzo, Cerro La Campana, 2460 m, 2/agosto/1979, *L. Arce 10432* (ANSM!); Arteaga, Ejido El Puerto, 6 km de Los Lirios, 2520 m, 21/mayo/1980, *R. López-Aguillón & J.A. Villarreal 664* (ANSM!, CHAP!); Arteaga, Ejido El Puerto, 2520 m, 27/mayo/1980, *R. López A. & J.A. Villarreal 706* (ANSM!, CIIDIR!); Arteaga, Las Vigas Cañón de Jamé Sierra de Arteaga, 25°20'00"N 100°39'00"W, 15/septiembre/1988, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 4581* (ANSM!); Arteaga, Las Vigas Cañón de la Carbonera, Sierra de Arteaga, 2600 m, 25°20'00"N 100°39'00"W, 5/junio/1987, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 3758* (ANSM!); Arteaga, La Siberia Sierra de la Marta, 2300 m, 25°12'00"N 100°30'00", 27/mayo/1982, *J.A. Villarreal 1656* (ANSM!); Arteaga, El Morro Sierra de Arteaga, 2900 m, 25°12'00"N 100°16'00", 25/septiembre/1991, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 6273* (ANSM!); Arteaga, Puerto San Lorenzo, Cerro La Campana, 2460 m, 2/agosto/1979, *L. Arce s.n.* (CHAPA!);



Figura 28. *Linum schiedeanum* Chamisso & Schlechtendal.

Arteaga, Sierra de Zapalinamé, 2400 m, 27/junio/1990, *Hinton et al. 20411* (IEB!); Candela, Sierra Pájaros Azules Campo Santa María, 1800 m, 27°01'00"N 100°50'00"W, 28/mayo/1997, *P. Cruz A. 19* (ANSM!, CHAPA!); Candela, Sierra Pájaros Azules Campo Santa María, 1500 m, 27°02'00"N 100°54'00"W, 5/diciembre/1997, *M.A. Carranza & D. Sánchez V. 2840* (ANSM!); Castaños, Sierra la Gavia Rancho La Gavia, 1500 m, 26°10'00"N 101°18'00"W, 25/octubre/1995, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 8362* (ANSM!); Castaños, Sierra la Gavia Rancho La Gavia, 1295 m, 26°10'00"N 101°18'00"W, 10/agosto/1995, *M.A. Carranza & J. Encinas 2262* (ANSM!); General Cepeda, Sierra Pilote de Fierro, 2950 m, 25°10'N 101°25'W, 13/agosto/1993, *M.A. Carranza et al. 1632* (ANSM!, CIIDIR!, MEXU!); Múzquiz, Río Sabinas al noroeste de Múzquiz, 453 m, 27°58'03"N 101°34'28"W, 3/noviembre/2005, *J.A. Encina & I. Ramírez S. 1574* (ANSM!); Múzquiz, Carretera 53, Múzquiz-Boquillas, entrada al rancho la Babia, 980 m, 28°34'29"N 102°03'27"W, 16/septiembre/1999, *J.A. Villarreal et al. 8866* (ANSM!); Múzquiz, Cañón Rincón de María en la Sierra de la Babia, 1450 m, 28°27'81.9"N 102°04'50.7"W, 21/agosto/1999, *M.A. Carranza et al. 3067* (ANSM!); Ocampo, Sierra Maderas del Carmen, 2270 m, 28°58'N 102°35'W, 10/agosto/2004, *D. Riskind et al. 23794* (ANSM!); Ocampo, Sierra del Pino, ejido Acebuches, 1850 m, 28°15'00"N 102°59'00"W, 12/octubre/1991, *M.A. Carranza et al. 901* (ANSM!, CIIDIR!, XAL!); Ocampo, Rancho La Cruz, 2000 m, 27°15'00"N 102°40'00"W, 11/septiembre/1991, *M.A. Carranza & L. García S. 1176* (ANSM!, CIIDIR!, IBUG!); Ocampo, Sierra Maderas de Carmen, 2050 m, 28°59'00"N 102°35'00"W, 31/julio/1974, *T. Wendt & A. Adamcewicz 443* (CHAPA!); Ocampo, 5 km al SW de Buenavista, 1650 m, 17/septiembre/1981, *J.L. Blando N. 8109145* (INEGI!); Escobedo, Las Vacas, 1600 m, 3/agosto/1958, *C.A. Ely 195* (XAL!); Parras, Sierra de Parras en el arroyo seco del Rancho El Tunal, 2050 m, 1/septiembre/1981, *A. Rodríguez & P. Antonio H. 398* (ANSM!); Parras, Cañón de Gustrala, 1950 m, 25°20'00"N 102°03'00"W, 14/octubre/1983, *A. Rodríguez & M.A. Carranza 1259* (ANSM!, XAL!); Progreso, Rancho "Campo Santa María" de Cementos Mexicanos, 585 m, 27°05'38"N 100°53'56"W, 4/noviembre/2007, *J.A. Encina & G. Rocha G. 2262* (ANSM!); Saltillo, Camino al Cerro El Penitente, 2710 m, 25°21'03"N 100°54'47"W, *J.A. Encina et al. 1488* (ANSM!); Saltillo, 300 m al oeste del Ejido Chapultepec, 2220 m snm, 25°14'40"N 100°50'43"W, 6/julio/2016, *J.A. Encina et al. 5548* (ANSM!); Saltillo, Camino del Cuatro, Sierra de Zapalinamé, 1964 m, 25°21'58"N 100°57'18"W, 19/marzo/2004, *M.A. Llanas et al. 230* (CIIDIR!); Saltillo, Sierra de Zapalinamé, cañón de San Lorenzo, 2060 m, 25°23'00"N 101°00'00"W, 03/agosto/1995, *M.A. Carranza & J.*

Encinas 2229 (ANSM!, CIIDIR!, MEXU!); Saltillo, Sierra de Zapalinamé 3.15 km al noreste del ejido Cuauhtémoc, 2484 m, 25°17'33.48"N 100°54'58.11"W, 30/agosto/2014, *J.A. Encina et al. 4099* (ANSM!); Saltillo, Cañón de Timones al oeste de la Sierra de Zapalinamé, 2064 m, 25°19'47.36"N 101°00'46.08"W, 26/abril/2015, *J.A. Encina & S. Guillermo R. 4554* (ANSM!); Saltillo, Sierra de Zapalinamé Cañón el Coyote, 2262 m, 25°21'28"N 100°56'51"W, 19/agosto/2000, *J.A. Encina et al. 575* (ANSM!); Saltillo, Camino del Cuatro Sierra de Zapalinamé, 1968 m, 27°58'03"N 101°34'28"W, 1/noviembre/2003, *E. Padilla V. 1142* (ANSM!, MEXU!); Saltillo, Sierra de Zapalinamé Cañón de Santa Rosa-los Aguajes, 2400 m, 25°19'38"N 100°57'46"W, 27/junio/2000, *J.A. Encina et al. 712* (ANSM!); Saltillo, Cañón de San Lorenzo, 1800 m, 13/septiembre/1979, *L. Arce & J.A. Villarreal 554* (ANSM!); Villa Acuña, Sierra del Carmen Canyon de Sentenela, 8/julio/1936, *F. Lyle W. & C.H. Mueller 583* (ANSM!). **Estado de México:** Villa Nicolás Romero, Libertad, 2200 m, 10/septiembre/1978, *A. Ventura A. 3313* (INEGI!). Guanajuato: 3Km al W de Pozos, 2300 m, 28/junio/1987, *Rzedowski 43488* (XAL!). **Hidalgo:** Jacala, km 276 carretera México – Jacala, 1700 m, 30/octubre/1966, *L.M.V. de Puga 15118* (IBUG!). **Michoacán:** Coalcomán, al S de Torrecillas, 1950 m, 18°48'25.66"N 103°02'17.41"W, 21/diciembre/1938, *Hinton et al. 12805* (MEXU!). **Nayarit:** Xalisco, Cerro Boludo, al W de Xalisco, 1600 m, 20/febrero/1989, *R.E. González & S. Aguilar 697* (UAMIZ!). **Nuevo León:** Aramberri, Puerto Carretas, 24/junio/1981, *O. Briones 714* (ANSM!); Dr. Arroyo, 7 km al S de La Encantada, 2520 m, 23°36'00"N 99°50'00"W, 18/noviembre/1993, *J.A. Villarreal & M.A. Carranza 7681* (ANSM!); Santiago, Áreas cercanas a Cola de Caballo, 800 m, 25°23'00"N 100°10'00"W, 10/octubre/1984, *J.A. Villarreal et al. 2999* (ANSM!, XAL!); Santiago, Sierra Rancho Nuevo, 25°24'00"N 100°28'00"W, *M.A. Carranza et al. 1797* (ANSM!); Santiago, Laborcitas 15 km al oeste de V. de Santiago, 1400 m, 18/agosto/1976, *V. Valdez T. 988* (INEGI!); Santiago, Cola de Caballo, 9/mayo/1979, *J.A. Villareal 17217* (XAL!). **Oaxaca:** Ixtlán de Juárez, Carretera Ixtlán-Capulalpam km 7.1, 2000 m, 17°19'1.3"N 96°26'5.59"W, 25/agosto/2002, *S. Figueroa-Brito & F.Y. Guzmán-Rivera 139* (MEXU!). **Puebla:** Palmar de Bravo, Cerro Tepoxtla de San Martín Esperilla, 2500 m, 18°44'17.15"N 97°32'23.49"W, 5/mayo/1992, *P. Tenorio L. 18283* (MEXU!). **Querétaro:** Cadereyta, 5 km al S de Vizarrón, 2300 m, 16/agosto/1989, *Rzedowski 48673* (CIIDIR!); Landa, 7 km al W de Tilaco, 1050 m, 9/junio/1986, *R. Fernández N. 3392* (IEB!); Landa, al N del parador Santa Martha, 1750 m, 30/noviembre/1988, *E. Carranza 1224* (IEB!); Landa, 1 km al Puerto de Malpaís, 1820 m, 13/junio/1988, *E. Carranza 588* (IEB!);

Landa, 1 km al SW de El Lobo, 1600 m, 1/agosto/1987, *Rzedowski 44023* (XAL!); Landa, 1 km al Sureste de El Pemoche, 1320 m, 2/mayo/ 1989, *H. Rubio 626* (XAL!); 7 km por la brecha a Tres Lagunas y Valle de Guadalupe, 2000 m, 2/julio/1987, *H. Díaz-Barriga 3819* (IBUG!). **San Luis Potosí:** Guadalcázar, Matehualilla Sierra La Trinidad, 1920 m, 22°42'7.7"N 100°28'44.1"W, 16/octubre/2005, *O. Mares A. & M. Sosa M. 663* (ANSM!); Real de Catorce, Cerro La Cuchilla, 1920 m, 9/octubre/1979, *J. García P. et al. 1309* (CHAPA!). **Tamaulipas:** Gómez Farias, Vecinity of “La Perra”, 1950 m, 18/junio/1982, *G. Diggs & M. Nee 2370* (XAL!). **Veracruz:** En el cerro, al N del poblado de Jalcomulco, 19°20'40"N 96°45'00"W, 20/noviembre/1991. *G. Castillo C & P. Moreno 7051* (XAL!); En el cerro, al N del poblado de Jalcomulco, 19°20'10"N 96°44'50"W, 20/noviembre/1991. *G. Castillo C & P. Moreno 7448* (XAL!); Jalcomulco, 3 km antes de Jalcomulco por la Carr. Tuzamapa-Jalcomulco, 700 m, 19°22'00"N 96°47'00"W, 15/enero/1983, *G. Castillo C. & A.P. Vovides 2765* (XAL!); Jalcomulco, Cerro del Brujo, 19°19'54"N 96°45'42"W, 10/enero/1992, *G. Castillo C. & P. Zamora C. 8801* (XAL!); Jalcomulco, Cerro del Brujo, 19°19'54"N 96°45'42"W, 10/enero/1992, *G. Castillo C. & P. Zamora C. 8789* (XAL!); Naolinco, Carr. Jalapa-Naolinco, 3 km antes de Naolinco, 1550 m, 29/junio/1977, *J.J. Fay & J.I. Calzada 729* (XAL!). **Zacatecas:** Susticacán, Sierra de los Cardos a 4 km al noroeste de la comunidad de Los Cuervos, 2230 m, 22°38'28.6"N 103°11'53.6"W, 22/agosto/2019, *L. Hurtado-Reveles 135* (CHAPA!).

Linum tenellum Chamisso & Schlechtendal (1830: 235). (Figura 29).

Tipo:—MÉXICO. Veracruz: near Jalapa, *C. J. W. Schiede & F. Deppe 518* (Holotipo: HAL!, Sintipo: HAL!, WU).

Cathartolinum tenellum Small (1907: 77).

Descripción:—*Hierbas* anuales, ocasionalmente perennes, de 8-50 cm de alto, densamente pubescentes, pelos blanquecinos, conspicuos, raíz delgada; *tallos* erectos a decumbentes, estriados, generalmente sin ramificar hasta el nivel de la inflorescencia, pubescentes. *Hojas* glandular-dentadas, las basales en verticilos de 4, las distales alternas, rara vez opuestas, elípticas a obovadas hacia la base, lanceoladas a oblanceoladas u oblongas hacia la parte distal, de 3.0–13.0 mm × (1.4)1.5–5.0 mm, reduciéndose gradualmente hacia la inflorescencia, sésiles, ápice agudo a obtuso, 1-nervadas, ligeramente membranosas, pubescentes, glándulas estipulares presentes en la base.

Inflorescencia en panícula cimosa, escasamente ramificada, pedicelos de 2.0–10.0 mm de longitud, *brácteas* 2.1–3.4 mm de longitud, pubescentes, margen glandular dentado, ápice agudo, glándulas estipulares presentes en la base de las brácteas inferiores; *sépalos* persistentes, lanceolados a ovados, de 1.9–3.0 mm × (0.8)1.2–1.5 mm, margen glandular-dentado, ápice agudo, 3-nervados, pubescentes o solo a lo largo de las venas, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillos, obovados, de 2.0–6.0 mm de longitud, glabros; *estambres* de 2.0–3.0 mm de longitud, esparcidamente pubescentes en la base, anteras de hasta 1 mm de longitud, amarillo-pálidas, estaminodios presentes, ocasionalmente ausentes; *estilos* libres, de 1.7–2.5 mm de longitud, estigmas capitados, amarillo-pálidos. **Fruto** ovoide, de 1.5–3.0 mm × 1.2–1.8 mm, a menudo violeta en la parte superior, esparcidamente pubescente, ápice agudo, pubérulo o glabro, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos incompletamente desarrollados, septos sin cilios marginales; **semillas** elípticas u ovadas, marrón, lustrosas, de 1.0–1.2 mm × 0.5–0.7 mm.

Distribución:—En México en Chiapas, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (Figura 10).

Hábitat y ecología:—Bosque caducifolio, encinares, encinares-pinares, pastizales y selva alta o mediana subperennifolia. Elevación 750-2200 m. Suelos tipo andosol, cambisol, feozem, litosol, luvisol, regosol, vertisol y xerosol.

Fenología:—Floración y fructificación de abril a diciembre.

Nota:—Endémica a México. *Linum tenellum* es la única del género que presenta hojas verticiladas y que es densamente pubescente en todas sus partes, con pelos más rígidos y conspicuos, constituyendo caracteres que permiten una mejor identificación.

Estado de conservación:—Por su condición de endémica y su distribución restringida a la Sierra Madre Oriental, la especie pudiera encontrarse bajo amenaza.



Figura 29. *Linum tenellum* Chamisso & Schlechtendal.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Chiapas:** La Independencia, Lake shore of Montebello, 1588 m, 16°06'16.81"N 91°41'23.2"W, 2/mayo/1945, *A.J. Sharp 45453* (MEXU!). **Querétaro:** Arroyo Seco, Aprox. 3 km de San Juan Buenaventura, 1460 m, 8/diciembre/1988, *E. Carranza 1236* (IEB!); Landa, 2 km al SO del Madroño, 1720 m, 8/mayo/1989, *E. González 550* (IEB!, MEXU!). **San Luis Potosí:** Rioverde, Parque Nacional El Potosí, 2187 m, 1/marzo/2018, *A.K. Gudiño-Cano et al. 646* (SLPM). **Tamaulipas:** Piedra Imán, 2 km al ESE de Sn. José, Sierra Sn. Carlos, 790 m, 24°40'30"N 90°06'00"W, 22/noviembre/1984, *O. Briones 1245* (ANSM!). **Veracruz:** Atzalan, La Florida, 1700 m, 2/abril/1976, *F. Ventura A. 12609* (SLPM!, XAL!); Coacoatzintla, Coacoatzintla, 1200 m, 14/mayo/1973, *F. Ventura A. 8294* (IEB!, XAL!); Miahuatlán, 5 km al SE de la Colonia Reforma, 1750 m, 19°43'00"N 56°51'00"W, 24/abril/1979, *J.I. Calzada 5331* (XAL!); Tonayan, Desviación de Tonayán, 1600 m, 1/junio/1981, *M. Chazaro B. 156* (XAL!).

Linum usitatissimum Linnaeus (1753: 277). (Figura 30).

Tipo:—Habitat hodie inter segetes, Europae australis. *Herb. Clifford 114*, Linum no. 1. (Lectotipo: BM!).

Linum angustifolium Hudson (1778: 134).

Linum humile Miller (1768: 2).

Descripción:—*Hierbas* anuales, de 20–100 cm de alto, glabras, raíz gruesa; *tallos* erectos, lisos a estriados simples, en ocasiones escasamente ramificados desde la base, cilíndricos, glabros. *Hojas* enteras, alternas, lineares a linear-lanceoladas, de 10.0–40.0 × 0.7–3.0(4.0) mm, sésiles, ápice agudo a acuminado, 1-nervadas, escariosas, glabras, glándulas estipulares ausentes. *Inflorescencia* en panícula cimosa abierta, glabra, pedicelos de 20–35 mm; *brácteas* de 10.0–24.0 mm de longitud, glabras, margen entero, ápice agudo, glándulas estipulares ausentes; *sépalos* persistentes, elípticos a ovados, de 5–8 mm de longitud, margen entero, minuciosamente ciliados hacia el ápice o finamente ciliados-fimbriados, escariosos, ápice acuminado, 1-nervados, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* azules, obovados, de 9–15 mm de longitud, glabros; *estambres* de 4.0–5.0(7.0) mm de longitud, anteras de (1.0)1.8–2.0 mm de longitud, amarillas brillantes, estaminodios ausentes; *estilos* libres o connados en la base, de 3.0–6.0 mm de



Figura 30. *Linum usitatissimum* Linnaeus.

longitud, estigmas lineares o claviformes, blancos. **Fruto** ampliamente ovoide a subgloboso, de 6–10 mm × 5–10 mm, glabro, pericarpio grueso, ápice redondeado, dehiscente en 10 segmentos, septos falsos ciliados; **semillas** lanceoladas, marrón, de 4.0–6.0 mm × 2.5–3.0 mm.

Distribución:—Europa, Asia, en América en Canadá, Estados Unidos de América. En México en Coahuila, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Nuevo León y Sonora. Sudamérica (Figura 6). **Hábitat y ecología:**—Ruderal y en medio de cultivos. Elevación 1900-3000 m. Suelos calizos tipo andosol, cambisol, feozem, planosol, regosol y vertisol.

Fenología:—Floración y fructificación durante todo el año.

Nota:—Esta especie de flores azules puede confundirse fácilmente con *L. lewisii*, sin embargo, el tamaño de la planta, las hojas y el fruto son más grandes. Adicionalmente, los estilos lineares a claviformes son un caracter importante para diferenciar a la especie.

Estado de conservación:—*Linum usitatissimum* es la única especie de la familia en México que es introducida y naturalizada.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Coahuila:** Saltillo, Invernadero UAAAN Buenavista, 1750 m, 25°21'25"N 101°02'04"W, 13/mayo/1986, *L. Arce* 288 (ANSM!). **Estado de México:** Texcoco, 2240 m, 19°29'28"N 98°52'47"W, 14/agosto/1976, *S.D. Koch* 76151 (CHAPA!); Texcoco, Campo Experimental Chapingo, 2250 m, 19°29'00"N 98°53'00"W, 11/octubre/1984, *G. Vázquez C.* 33 (CHAPA!); Villa Guerrero, Entre el Pueblo y la Autopista, 2267 m, 18°59'20.3"N 98°38'53.9"W, 6/octubre/2000, *H. Vibrans* 6781 (CHAPA!). **Jalisco:** Chapala, Carretera Ocotlán-Atequiza, 1500 m, 20°19'38"N 103°11'08"W, 20/mayo/1968, *L.M.V. de Puga* 2727 (IBUG!); Ocotlán, 20°20'45"N 102°46'12"W, 1/abril/1973, *J. Fdo. Amador A.* 25 (IBUG!); Tepatitlán, 20°48'26"N 102°46'07"W, 1/diciembre/1977, *T. Tejeda* 135146 (IBUG!); Zapopan, Villa Universitaria al W de Guadalajara, 1550 m, 20°41'47"N 103°24'47"W, 15/marzo/1975, *L.M.V. de Puga* 17066 (IBUG!). **Michoacán:** Pátzcuaro, Salida a Uruapán, 2100 m, 19°29'36"N 101°36'00"W, 20/septiembre/1993, *J.M. Escobedo* 2649 (IEB!). **Nuevo León:** Galena, Cerro el Potosí cerca de San José de la Joya, 3200 m, 24°53'12.8"N 100°14'28.6"W, 24/septiembre/2011, *E. Estrada et al.* 20955 (ANSM!). **Sonora:** Cajeme, Distrito Guaymas, 28°05'26"N 110°00'47"W, 18/mayo/1957, *J. Corral* 44 (CHAPA!).

Linum vernale Wooton (1898: 452). (Figura 31).

Tipo:—ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. New Mexico: Dona Ana Co., Little Mountain, near Las Cruces, *E.O. Wooton s.n* (Holotipo: US!, Isotipo: NY!).

Cathartolinum vernale Small (1907: 80).

Mesynium vernale (Wooton) W.A.Weber (1984: 3).

Descripción:—*Hierbas* anuales, de 10–50 cm de alto, glabras; *tallos* ascendentes a erectos, ligeramente estriados, ramificados en la base y en la inflorescencia, glabros. *Hojas* enteras, alternas, a veces las basales opuestas, numerosas en la parte baja del tallo, lineares, de 8.0–17.0 mm × 0.5–1.3 mm, sésiles, ápice agudo, blanquecino, 1-nervada, nervadura más evidente en el envés, escariosas, glabras, glándulas estipulares presentes en la base. *Inflorescencia* en panícula abierta, pedicelos de 2.0–12.0 mm de longitud, *brácteas* 3.4–6.6 mm de longitud, glabras, margen glandular-dentado, ápice agudo, blanquecino, glándulas estipulares presentes en la base; *sépalos* persistentes, lanceolados, de 4.0–7.5 mm × 1.3–1.6 mm, margen glandular-dentado, ápice agudo-acuminado, blanquecino, 1-nervados, glándulas estipulares ausentes; *pétalos* amarillo-anaranjados a salmón, base granate, ampliamente obovados, de 10.0–17.0 mm longitud, glabros; *estambres* de 4.0–8.0 mm longitud, anteras de 1.0–1.8 mm longitud, marrón, estaminodios ausentes; *estilos* fusionados casi hasta el ápice, de 4.0–8.0 mm de longitud, rosa-pálidos, estigmas capitados, color granate oscuro. *Fruto* ovoide, de 3.0–4.0 mm × 2.5–3.2 mm, glabro, pericarpio grueso, ápice agudo, dehiscente en 5 segmentos, falsos septos incompletos; *semillas* elípticas, marrón-rojizo, de 2.0–2.8 mm × 0.9–1.3 mm.

Distribución:—Estados Unidos de América. En México en Chihuahua, Coahuila y Nuevo León (Figura 19).

Hábitat y ecología:—Izotales, matorral inerme o subinerme parvifolio y pinares. Elevación 1200-2400 m. Suelos calizos tipo cambisol, feozem, litosol, solonchak y xerosol.

Fenología:—Floración y fructificación de marzo a septiembre.



Figura 31. *Linum vernale* Wootton.

Nota:—*Linum vernale* presenta corolas amarillo-anaranjadas a salmón, con una base granate. Dicha coloración hace fácil el reconocimiento de la especie. Además, *L. vernale* se distingue de otras especies de flores amarillas por la unión de sus estilos y por las anteras de un color marrón.

Estado de conservación:—Los colores llamativos de sus flores la hacen susceptible de ser saqueada con fines ornamentales, por lo que potencialmente podría estar bajo amenaza.

Ejemplares examinados:—MÉXICO. **Chihuahua:** Chihuahua, Parque Cumbres de Majalca, 2075 m, 02/agosto/1997, *C. Yen & E. Estrada 7699* (ANSM!); Just below the high ridge-crests at the northwestern end of the Sierra del Diablo, 29/julio/1941, *R.M. Stewart 1000* (MEXU!). **Coahuila:** General Cepeda, Sierra de La Paila, 1750 m, 25°38'00"N 101°35'00"W, 27/abril/1990, *J.A. Villarreal et al. 5586* (ANSM!); Lampasos, 1.5 km al NE de La Mesa, 230 m, 20/marzo/1983, *O. Briones 1021* (ANSM!); Lampasos, 1.5 km al NE de La Mesa, 230 m, 20/marzo/1983, *O. Briones 1069* (ANSM!); Múzquiz, 5.70 km al sureste de las Esperanzas, 432 m, 27°42'31"N 101°18'20"W, 29/marzo/2015, *J.A. Encina et al. 5147* (ANSM!); Ocampo, Sierra del Carmen, 1300 m, 28°47'N 102°30'W, 27/marzo/1992, *M.A. Carranza et al. 1337* (ANSM!); Rancho Vista Hermosa, 1458 m, 28°87'38"N 102°60'29"W, 29/septiembre/1997, *S. Wood et al. 97SW036* (ANSM!); Valley extending northeast from Tanque Armendais to south end of Sierra del Pino, 19/agosto/1940, *I.M. Johnston & C.H. Muller 370* (MEXU!); Zaragoza, Rancho Los Potros, Sierra El Burro, 1200 m, 28°55'00"N 101°45'00"W, 14/julio/1987, *D. Castillo-Quiroz 536* (ANSM!). **Nuevo León:** Los Ramones, La Presa, camino a la Hda. El Carrizo, 10/mayo/1979, *J.A. Villarreal 9526* (ANSM!); Los Ramones, La Presa, camino a la Hda. El Carrizo, 10/mayo/1979, *J.A. Villarreal 9527* (ANSM!).

Taxones reportados para México solo conocidos del material tipo:

Linum gypsogenium G.L. Nesom (1983: 252). **Tipo:**—MÉXICO. Nuevo León: gypsum outcrops, ca. 30 km ENE of Doctor Arroyo, *Nesom 4285b* (Holotipo: US!).

Linum mcvaughii C.M. Rogers (1982: 205). **Tipo:**—MÉXICO. Jalisco, Bosque de encino y pino en ladera cerro, entre Cuale y Minas de Oro, municipio de Talpa, *R. González T. 466* (Holotipo: MICH!).

1.5. DISCUSIÓN

La diversidad de la familia Linaceae en México está representada por 24 especies y dos variedades del género *Linum* y una especie del género *Hesperolinon*, con 13 especies endémicas que representan el 52% de la diversidad en el país. De este número, solo *L. gypsogenium* y *L. mcvaughii* no pudieron ser revisados, pues solo se conoce un espécimen de respaldo para cada especie que corresponde al material tipo y ratificados en la Flora de Norte América (Rogers 1984). Considerando que dicho material pertenece a colectas realizadas en territorio mexicano y que pudieron ser observados de forma digital, se decidió contarlos entre las especies presentes en el país, aunque no se incluye su descripción pues no se lograron encontrar ejemplares de respaldo. Se reporta además en la literatura, la presencia en territorio mexicano de *L. guatemalense* y *L. lundelli* (Villaseñor 2016, Barrera-Robles *et al.* 2020), sin embargo, no se localizó algún espécimen que respalde su presencia en México. De acuerdo a la Flora of North America, el único ejemplar reportado para el país de *L. lundelli* proveniente de Nuevo León (*Mueller 470* (TEX)), puede estar mal identificado (Flora of North America Editorial Committee 2016). De igual manera, Rogers (1968) indicó que *L. guatemalense* se conoce solo de Guatemala y el Salvador. El mismo autor reporta que esta especie es intermedia en muchos aspectos con *L. mexicanum* y *L. orizabae*, sugiriendo que es probable que se trate de alguna variedad.

Los números de riqueza taxonómica reportados aquí, contrastan con los mencionados por Villaseñor (2016), quien indica la presencia de un solo género de la familia, con 25 especies. Mientras que Barrera-Robles *et al.* (2020), reportan dos géneros, 27 especies nativas y dos variedades. El presente trabajo respalda la presencia del género *Hesperolinon* en el país y reduce el número de especies de *Linum* a 23 nativas, una introducida y dos variedades.

A pesar de que estudios filogenéticos recientes (McDill *et al.* 2009, Schneider *et al.* 2016) han sugerido el retorno de las especies del género *Hesperolinon* a *Linum*, la revisión taxonómica realizada demuestra, al menos a nivel morfológico, una clara diferencia entre ambos géneros, con caracteres suficientemente sólidos para mantenerlos separados. Asimismo, las diferencias en los rangos de distribución, que en *Hesperolinon* está restringido a la provincia biogeográfica Californiana (Delgadillo 1998, Morrone 2006), coadyuva a mantener ambos géneros separados. Sin embargo, se deben tener reservas a la espera de mayor evidencia que de luz a esta controversia.

A lo largo de la presente revisión, se identificaron tres problemas principales que afectan la nomenclatura y la taxonomía en la familia: la práctica recurrente de usar nombres inválidos, múltiples errores de identificación y el escaso número de colectas de la familia en años recientes. Destaca por ejemplo la situación de *Linum pratense* (Norton) Small (1907: 69), que Villaseñor (2016) listó como una especie distribuida en el país, en el estado de Aguascalientes, pero que Barrera-Robles *et al.* (2020) excluyeron de su listado. En la presente revisión, no se encontró ningún ejemplar de esta especie de Aguascalientes, pero si se localizaron siete especímenes identificados como *L. pratense* (E. García M. 12556 (CHAPA), S.D. Koch 75289 (CHAP, CHAPA), S.D. Koch & J. Magaña M. 75471 (CHAPA), S.D. Koch 75704 (CHAPA), R. Vega A. 229 (CHAPA), R. Vega A. 229 (CHAPA)) colectados en el municipio de Ixtapaluca y uno más en Chalco, todos del Estado de México. Al analizar el material, se observa que la distribución de estos ejemplares no corresponde con la informada previamente para la especie, pues se reporta solo de Kansas, Oklahoma, Colorado, Texas y Arizona (Rogers 1984, Uno 1984, Crawford & Crawford 2005), prosperando principalmente en llanuras y no en regiones montañosas (Harris 1968). Además, los especímenes tienen un porte decumbente y en general, cumplen con los caracteres diagnóstico para identificarlos claramente como *L. rzedowskii*, una especie de **Flores** azules microendémica al Valle de México (Arreguín-Sánchez 2001, Martínez-de la Cruz *et al.* 2018). Destaca que el material en cuestión, fue colectado entre los años 1974 y 1978, década en la que aún no se describía a *L. rzedowskii* (Arreguín-Sánchez 1985) y esta pudiera ser la razón de la confusión en la identificación del material.

Otro ejemplo es *L. scabrellum*, que recurrentemente apareció bajo el nombre *Linum macradenium* Brandege (1911: 181), actualmente un sinónimo de la especie. También, se encontró al 78% de los ejemplares de *L. berlandieri* var. *filifolium* bajo el nombre de *L. rigidum* var. *filifolium*, un sinónimo actual de la variedad. Fue común encontrar material identificado como *L. cruciata* y *L. cruciatum*. La revisión de los caracteres taxonómicos indica que se trata de la misma especie, sin embargo, en la literatura no se encontró ningún documento que sustente el cambio nomenclatural del epíteto específico de *cruciata* a *cruciatum*, por lo que al igual que Rogers (1968, 1984) y McDill *et al.* (2009), en el presente trabajo consideramos a *Linum cruciata* como el nombre válido, propuesto por Planchon en 1848.

El número de segmentos dehiscentes en el fruto, constituye un carácter relevante para separar especies. No obstante, se detectó material con frutos de dehiscencia 10, que fueron identificados erróneamente como especies de dehiscencia 5 (*O. Briones* 683 (ANSM), *F. Wyndham* 20 (CIIDIR, MEXU), *S. González* 1948 (ANSM, ENCB), *C. Trejo-Díaz* 203 (MEXU), *P. Tenorio L. & T.P. Ramamoorthy* 9208 (MEXU), *M. Chazaro B. et al.* 6094 (XAL), *Hinton et al.* 17662 (IEB)), y lo mismo sucediendo en el caso contrario (*J.A. Encina et al.* 5147 (ANSM), *J.A. Encina et al.* 5415 (ANSM)).

La distribución de los taxones es otro aspecto relevante. Rogers (1968, 1984) informó de la presencia de *L. aristatum* en el estado de Chihuahua, mientras que Villaseñor (2016) la reporta además en los estados de Coahuila y Sonora. El material revisado de *Wallace et al.* 136 (ENCB), *J. Henrickson* 5780 (MEXU), *T.L. Wendt et al.* 9922 (MEXU), *C.G. Pringle* 8312 (MEXU) y *N.T. Heard & F.A. Barkley* 14604 (MEXU) respalda lo informado por Villaseñor (2016), exceptuando al estado de Sonora y adicionando a Tamaulipas como su área de distribución. De igual manera, *L. modestum*, una especie que Rogers (1968, 1984) señaló ocurriendo solo en una pequeña área del estado de Nuevo León, recientemente fue mencionada habitando también en los estados de Coahuila, San Luis Potosí y Tamaulipas (Villaseñor 2016). Sin embargo, la presente revisión respalda lo indicado por Rogers (1968, 1984), pues no se encontró evidencia de la presencia de la especie fuera de Nuevo León. Destaca además que *L. modestum* necesita de un hábitat rico en yeso para su establecimiento y subsistencia, pues se trata de un endemismo edáfico (Nesom 1983). Los requerimientos específicos de hábitat de este taxón, hacen que sea al mismo tiempo uno de los más vulnerables de la familia, pues en su área de distribución se han reportado actividades de minería a cielo abierto y un aumento significativo de asentamientos humanos, que sin duda amenazan la viabilidad de sus poblaciones (Toledo 2005, Salinas-Rodríguez 2015).

Después de la detallada revisión de las especies de Linaceae en México, es posible confirmar un nuevo registro para el estado de Morelos, *L. longipes*, respaldado por el ejemplar de *I. Rivera* 25 (MEXU, UAMIZ) y que fue originalmente identificado como *L. mexicanum*. Con esto, aumenta la riqueza de ese estado de cinco (Barrera-Robles *et al.* 2020) a seis especies y se amplía el rango de distribución de la especie que se conocía solo de Guerrero y Puebla (Rogers 1968, Villaseñor 2016, Barrera-Robles *et al.* 2020). Adicionalmente, para el estado de Zacatecas es viable ampliar la riqueza de dos a tres especies al corroborar a *L. schiedeanum* como nuevo

registro (Hurtado-Reveles *et al.* 2022) y respaldado con el análisis del ejemplar *L. Hurtado-Reveles 135* (CHAPA). Lo anterior es relevante ya que como lo menciono Barrera-Robles *et al.* (2020) la falta de un esfuerzo de muestreo adecuado podría explicar la escasa o nula representación en los herbarios que tienen los linos en estados como Baja California Sur, Colima y Zacatecas.

Entre las dificultades taxonómicas en la identificación de las especies, destaca la de *L. flagellare* y *L. rupestre*, sin embargo, la presencia en esta última de glándulas estipulares prominentes en la base de todas sus hojas, constituye un caracter clave para poder diferenciarlas. A pesar de esta notable diferencia, se encontró material de *L. rupestre* identificado como *L. flagellare* y viceversa. Uno de los casos más relevantes es la dificultad de separar a *L. orizabae* y *L. mexicanum*, lo que ya había sido reportado por Burgos-Hernández & Castillo-Campos (2019, 2020). Ambas especies, endémicas del país, cuentan con una morfología y porte similar, además de compartir gran parte de su área de distribución. Solo los estilos, que en *L. orizabae* son libres y que en *L. mexicanum* están fusionados $\frac{1}{2}$ o hasta el ápice, constituye el único caracter que puede diferenciarlas. Lo anterior se traduce en múltiples errores de identificación, pues cerca del 13% del material revisados de ambas especies estaban equívocamente identificados, y a través de la presente revisión, se encontró que los especímenes de *L. mexicanum* (F. Ventura A. 11306, 16079, 17484 (XAL), C. Duran E. & P. Burgos 496 (XAL), C. Duran E. & M. Bielma 945 (XAL)) reportados para la Flora de Veracruz por Burgos-Hernández & Castillo-Campos (2019, 2020), en realidad corresponden a *L. orizabae*. De esta manera, se reduce el rango de distribución de la especie, restringiéndose a los estados de Chiapas, Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla y Querétaro. A pesar de la presente revisión, estas dos especies requieren de un trabajo exhaustivo que incluya diferentes líneas de evidencia para tener claridad en sus límites y descartar que la variación del estilo no es solo consecuencia de la plasticidad fenotípica. Por su parte, *Linum lewisii* se puede confundir con la especie agrícola *L. usitatissimum*, pero su rango de distribución, las estructuras vegetativas más pequeñas, las anteras blancas, los estigmas capitados y un ápice agudo en el fruto, son caracteres que permiten fácilmente el reconocimiento de *L. lewisii*.

Ninguna de las especies distribuidas en México cuenta con una evaluación de su estatus de conservación, por lo que no cuentan con protección de acuerdo a la legislación mexicana (SEMARNAT 2010), ni con la legislación internacional (IUCN 2021, CITES 2021). Sin embargo,

11 de las 13 especies endémicas y dos especies raras (*L. aristatum*, *L. elongatum*) podrían encontrarse amenazadas dado su restringido rango de distribución aún dentro del territorio mexicano y a la poca representación en herbarios. Bajo el escenario de cambio climático antrópico, especies anuales de floración invernal de la vegetación del noreste de México, como *L. elongatum* así como las endémicas *L. lasiocarpum* y *L. modestum*, podrían estar en peligro (Guzmán-Lucio *et al.* 2013, Gutiérrez-García & Ricker 2019). Algo similar ocurre con *H. micranthum*, que aunque no es endémica al país, si lo es a los suelos serpentinos de la provincia biogeográfica Californiana y según lo reportado por Morrone (2019), esta provincia cuenta con un aumento de asentamientos humanos, turismo y el cambio de uso de suelo, lo que podría amenazar la permanencia no solo de esta especie, sino de las 12 más que incluye el género.

En conclusión, la presente revisión reduce el número de especies presentes en México y respalda no solo la presencia del género *Hesperolinon* en el país, sino su separación morfológica de las especies de *Linum*. Destaca la necesidad de realizar esfuerzos de colecta de Linaceae en México, especialmente en zonas poco exploradas y de aquellas especies que cuentan con un mínimo de representación en herbarios y, que debido a lo restringido de su área de distribución, pudieran encontrarse amenazadas. En este sentido, se recomienda ampliamente llevar a cabo estudios enfocados a evaluar el estatus de conservación de las especies de linos mexicanos, con la finalidad de que sean integradas en las legislación tanto nacional como internacional, pues hasta el momento ninguna cuenta con este tipo de evaluación, aun cuando se detectaron distintas amenazas para varias de ellas.

CAPÍTULO II. MORFOLOGÍA POLÍNICA DE ESPECIES DE *LINUM* (LINOIDEAE: LINACEAE) ENDÉMICAS A MÉXICO

2.1. RESUMEN

Las características morfológicas de los granos de polen de las especies endémicas de *Linum* de México, no habían sido evaluadas de manera cuantitativa. Se aportan los valores estadísticos del eje polar, eje ecuatorial, forma, área polar, grosor de la exina, grosor de la sexina, grosor de la nexina y, altura y diámetro de los elementos ornamentales del polen de 11 de las 13 especies endémicas aceptadas hasta la fecha y de las que se tuvo material disponible; *L. cruciata*, *L. flagellare*, *L. lasiocarpum*, *L. longipes*, *L. mexicanum*, *L. modestum*, *L. orizabae*, *L. pringlei*, *L. rzedowskii*, *L. scabrellum* y *L. tenellum*. El estudio detallado en microscopía fotónica, reveló que se trata de polen prolato-esferoidal a subprolato, tricolpado con exina subtectada y elementos ornamentales en forma de báculas, clavas o espinas cuya altura y diámetro se observaron en patrón homogéneo, intermedio o heterogéneo. El análisis de componentes principales (PCA) de los caracteres morfológicos encontró que cinco de ellos; la altura de los elementos ornamentales, el grosor de la sexina, el grosor de la exina, el diámetro de los elementos ornamentales y el grosor de la nexina, explicaron el mayor porcentaje de la varianza entre las especies. El análisis discriminante (DCA), clasificó algunas de las especies en tres grupos y discriminó a tres de ellas de acuerdo a su morfología. Los caracteres polínicos diagnósticos para delimitar especies se consiguió en *L. pringlei* que se confunde con *L. flagellare*; los granos de polen en la primera son menos gruesos con un patrón de ornamentación homogéneo. La dificultad para distinguir entre *L. mexicanum* y *L. orizabae*, de manera convencional, con la palinología logró resolverse convenientemente, ya que el patrón de ornamentación de *L. mexicanum* y *L. orizabae* fue diferente, además de que los granos de esta última fueron estadísticamente más pequeños en el eje polar, el eje ecuatorial y grosor de la exina, constituyéndose así en una herramienta para su identificación. No obstante que se obtuvieron caracteres de valor taxonómico y sistemático, y que se ofrece una descripción detallada de los granos de polen mediante el uso de microscopía fotónica, estas deben de ser confirmadas y ajustadas por medio de la microscopía electrónica de barrido para robustecer el trabajo aquí mostrado.

Palabras clave: palinología, taxonómico, endemismo, estadística multivariada, *Linum*.

2.2. INTRODUCCIÓN

Linum Linnaeus (1753: 277), es un género de distribución cosmopolita de gran importancia socioeconómica y el más representativo dentro de la familia Linaceae. Se estima que cuenta con 180 a 200 especies, pero hasta el momento, no se tiene consenso en su número (McDill *et al.* 2009, McDill & Simpson 2011, Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019). México constituye uno de los centros de mayor diversidad del grupo, con 15 % de la riqueza total representada (26 especies) y con un endemismo cercano al 50 % (Barrera-Robles *et al.* 2020).

La morfología del género es compleja, debido a que habita una gran diversidad de ambientes. En consecuencia, la taxonomía de varios de sus integrantes es controvertida y la posición de algunos miembros es ambigua (McDill *et al.* 2009, Schmidt *et al.* 2010, McDill & Simpson 2011, Dressler *et al.* 2014, Schneider *et al.* 2016). Destaca por ejemplo, la dificultad de diferenciar entre *Linum mexicanum* Kunth (1823: 39) y *Linum orizabae* Planchon (1848: 482), ambas son endémicas de México con una distribución muy similar. Lo mismo se ha reportado para *Linum tenellum* Chamisso & Schlechtendal (1830: 325) y *Linum scabrellum* Planchon (1848: 507), siendo solo la disposición verticilada de las hojas y las particularidades de la pubescencia los únicos caracteres reportados hasta el momento que permiten discriminar entre ellas (Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2019). Como resultado, es común encontrar errores de identificación en las colecciones del grupo.

Recientemente, diversos trabajos han resaltado los aspectos ornamentales y estructurales de la morfología del polen como un criterio taxonómico relevante, tanto en la delimitación de géneros como de especies (Lattar *et al.* 2012, Talebi *et al.* 2014, Reshmi & Rajalakshmi 2019, Ragho 2020). Caracteres tales como el tamaño del grano de polen maduro, la ornamentación de la exina y el número de aberturas, son considerados de gran utilidad, permitiendo no solo aclarar problemas taxonómicos, sino contribuir a dar señal filogenética (He *et al.* 1995, Adedeji & Akinniyi 2015).

Aunque desde la década de 1950 se han realizado en el mundo trabajos palinológicos en *Linum* (Saad 1961, Erdtman 1966, Xavier 1967, Ockendon 1971, Rogers & Xavier 1971, Rogers 1980, 1982, 1985, Chester & Raine 2001, Perveen & Qaiser 2008, Talebi *et al.* 2012, Lattar *et al.* 2012, Kluza-Wieloch *et al.* 2015, 2018), ninguno de ellos cuenta con un informe exhaustivo sobre

la morfología polínica y no se incluyen a todas las especies del género, por lo que las características de muchas de ellas, incluidas las mexicanas, son aún desconocidas.

Hasta el momento solo 18 de los 27 taxones nativos de México han sido incorporados en algún estudio y solo nueve de ellos son de distribución restringida al país. Los aportes más importantes para las especies mexicanas de *Linum* descansa en los trabajos de Xavier & Rogers (1963), quienes hicieron referencia a la forma del grano de polen, el número de aberturas y el grosor de la exina de *Linum lewisii* Pursh (1813: 210) y *Linum rupestre* Engelman (1850: 232). El trabajo más extenso que contiene a plantas nativas es el de Xavier (1967), en donde aborda a nueve de las 13 especies endémicas del país ofreciendo una breve descripción y algunos datos cuantitativos, faltando solo *Linum lasiocarpum* Rose (1909: 274) y sin incluir a *Linum gypsogenium* G.L.Nesom (1983: 252), *Linum mcvaughii* C.M.Rogers (1982: 205) y *Linum rzedowskii* Arreguín (1985: 262) que hasta ese año no habían sido descritas por la ciencia botánica como nuevas especies del género. Por otro lado, Rogers & Xavier (1972), analizaron la evolución de la estructura del polen en especies poliaperturadas, entre las que se encuentra a *Linum aristatum* Engelman (1848:101), *Linum australe* A.Heller (1898: 627) y *Linum vernale* Wooton (1898: 452). Xavier *et al.* (1980) indagaron en la morfología polínica de varios complejos dentro del género y brindaron información sobre el tamaño, tipo de aberturas (colpos) y el grosor de la exina incluyendo a las especies mexicanas *Linum schiedeanum* Chamisso & Schlechtendal (1830: 234) y *L. orizabae*, esta última endémica. Arreguín-Sánchez *et al.* (1985) describieron el grano de polen de las especies de *Linum* distribuidas en el Valle de México, entre ellas, *Linum australe* var. *glandulosum* C.M.Rogers (1964: 336), *L. schiedeanum*, así como las endémicas *L. mexicanum*, *L. orizabae* y *L. rzedowskii*. A pesar de estos esfuerzos, existen vacíos en la información estadístico-cuantitativa de cada uno de los atributos morfológicos del polen, y aún faltan más especies por ser valoradas. Además, no se cuenta con una actualización desde hace más de 30 años.

Debido a que pocas especies mexicanas han sido evaluadas de manera cuantitativa, la gran variación morfológica presente en el grupo, la escasez de datos palinológicos y los diversos problemas taxonómicos reportados, presentamos un estudio detallado de 11 de las 13 especies endémicas de *Linum* para México, con el objetivo de contribuir al conocimiento de la morfología polínica del grupo, complementar y actualizar la información de especies previamente descritas e identificar los caracteres de valor taxonómico y sistemático.

2.3. MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1. Muestreo de ejemplares

De las 13 especies reportadas como endémicas para México (Barrera-Robles *et al.* 2020), 11 fueron incluidas en este estudio: *Linum cruciata* Planchon (1848: 499), *Linum flagellare* H.J.P.Winkler (1931: 1169), *L. lasiocarpum*, *Linum longipes* Rose (1906: 117), *L. mexicanum*, *Linum modestum* C.M.Rogers (1964: 406), *L. orizabae*, *Linum pringlei* S.Watson (1888: 269), *L. rzedowskii*, *L. scabrellum* y *L. tenellum*. Las dos especies faltantes, *L. gypsogenium* y *L. mcvaughii*, no se examinaron debido a la falta de ejemplares para el muestreo. El material polínico se obtuvo de anteras fértiles de flores en anthesis y/o botones en pre-anthesis, derivados de especímenes depositados en herbarios de México: ANSM, CIIDIR, CHAPA, ENCB, IBUG, IEB, MEXU, UAMIZ y XAL (acrónimos de acuerdo a Thiers 2022).

2.3.2. Análisis morfológicos de polen

Los granos de polen se acetolizaron según el método estándar descrito por Erdtman (1960). Se montaron en gelatina glicerizada sin tinción, para elaborar laminillas semipermanentes. El polen se observó en un microscopio fotónico marca Zeiss, modelo Axioskop 2 (Carl Zeiss AG, Jena, Alemania), en campo claro, en aumento de 100x y se obtuvieron las fotos con una cámara digital y el software Amscope® (AmScope, California, E.U.A.).

2.3.3. Análisis estadísticos

Se seleccionaron al azar 25 granos de polen por especie en vista polar y 25 en vista ecuatorial, en ambas vistas se observaron variables cuantitativas y cualitativas. Las cuantitativas fueron el eje polar (EP), el eje ecuatorial (EE), la relación EP/EE (forma), el área polar (AP), grosor de la exina (EXI), grosor de la sexina (SEX), grosor de la nexina (NEX) y la altura (h_{Eor}) y el diámetro (\varnothing_{Eor}) de los elementos ornamentales. Se elaboró una base de datos con todos los datos. Las cualitativas fueron la ornamentación y la relación del espesor de la sexina con respecto a la nexina. Con la información registrada se elaboraron descripciones morfológicas de cada especie, para lo que se usó la terminología propuesta por Punt *et al.* (2007) y Halbritter *et al.* (2018).

Las variables cuantitativas se examinaron con una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (1965), y aquellas que no tuvieron una distribución normal se transformaron con el \log_{10} (Hammer

2007). Para cada variable se calculó el valor promedio, mínimo, máximo y desviación estándar por especie. Los resultados se presentaron en diagramas de caja. Las medias de todas las variables se compararon entre especies con un Análisis de Varianza (ANOVA) para detectar diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), seguido de un análisis de comparaciones múltiples entre pares de medias con la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Las diferencias entre la morfología polínica de las especies, se determinó con base en las variables cuantitativas y cualitativas, las cuales se examinaron mediante un Análisis Multivariado de componentes Principales (PCA) y un Análisis Discriminante sin Tendencia (DCA). Para conocer los atributos morfológicos que presentaron la mayor variabilidad entre las especies, se llevó a cabo un PCA con base en la matriz de datos de varianza-covarianza (Johnson 2000, Hammer 2007). Posteriormente, el DCA corroboró los caracteres morfológicos que diferenciaron a dos o más grupos de especies y se definió la función discriminante capaz de distinguir, con la mayor precisión posible, a los miembros de las agrupaciones formadas (Johnson 2000). Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software PAST versión 4.04 (Hammer 2007).

2.4. RESULTADOS

Los granos de polen de los *Linum* endémicos de México se registraron como mónadas, isopolares, radiosimétricos, tricolpados con área polar pequeña y media. El tamaño del polen fue grande (50 a 100 μm). La forma fue prolato-esferoidal a subprolato (Cuadro 3). La exina se observó subtectada con estructura poco diferenciable. Los elementos ornamentales de la exina fueron báculas, clavas o espinas, con altura y diámetro variables entre las especies; por lo cual la ornamentación se categorizó con patrón homogéneo, cuando la altura y diámetro de los elementos ornamentales no presentaron variación significativa; patrón intermedio cuando se observaron dos alturas y diámetros diferentes y, patrón heterogéneo, cuando se presentaron más de dos alturas y diámetros diferentes. En todas las especies se observó, un contorno polar no-angular circular.

La variación del EP entre las especies fue de 46.9 a 96.0 μm y los promedios de 55.4 a 82.8 μm (Cuadro 3, Figura 32). El ANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las comparaciones de las medias del EP. Las especies que no presentaron diferencias fueron *L. cruciata* y *L. longipes*; *L. modestum* y *L. tenellum*; *L. flagellare* con *L. orizabae* y *L.*

pringlei; *L. mexicanum* con *L. scabrellum* y *L. rzedowskii*; *L. pringlei* con *L. orizabae* y *L. rzedowskii*; y *L. lasiocarpum* con *L. longipes*, *L. modestum* y *L. tenellum* (Cuadro 4a).

Los valores del EE oscilaron de 44.9 a 85.7 μm y los promedios de 56.1 a 78.0 μm (Cuadro 3, Figura 32). El ANOVA no encontró diferencias estadísticamente significativas entre las medias del EE de *L. flagellare* y *L. pringlei*; *L. mexicanum* y *L. scabrellum*; *L. modestum* y *L. tenellum*; *L. orizabae* y *L. tenellum*; *L. cruciata* con *L. longipes* y *L. modestum*; *L. Longipes* con *L. modestum* y *L. tenellum*; y *L. lasiocarpum* con *L. longipes*, *L. modestum*, *L. orizabae* y *L. tenellum* (Cuadro 4b).

Los números de la relación EP/EE fluctuaron entre 1.0 y 1.5 μm , y el valor promedio entre 1.1 y 1.2 μm (Figura 32). De acuerdo con Erdtman (1952) y Punt *et al.* (2007), los valores obtenidos corresponden a las formas: prolato-esferoidal en *L. cruciata*, *L. flagellare*, *L. lasiocarpum*, *L. longipes*, *L. pringlei* y *L. rzedowskii*; y subprolato en *L. mexicanum*, *L. modestum*, *L. orizabae*, *L. scabrellum* y *L. tenellum*. Si bien se puede observar un intervalo pequeño en la variación del parámetro EP/EE, el ANOVA registró diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las formas de *L. mexicanum* y *L. cruciata*; tanto *L. pringlei* como *L. rzedowskii* con *L. modestum* y *L. orizabae*; *L. tenellum* con *L. cruciata* y *L. scabrellum*; tanto *L. modestum* como *L. orizabae* con *L. cruciata*, *L. flagellare*, *L. lasiocarpum* y *L. longipes*; y *L. scabrellum* con *L. cruciata*, *L. flagellare*, *L. lasiocarpum*, *L. longipes*, *L. mexicanum*, *L. pringlei* y *L. rzedowskii* (Cuadro 4c).

Cuadro 3. Resumen de las variables morfológicas cualitativas y cuantitativas, observadas en microscopia de luz, del polen de 11 especies endémicas de *Linum* de México.

Especie	Grosor de Exina (μm)	Patrón de la ornamentación	Promedio		Forma	Área Polar
			Eje Polar (μm)	Eje Ecuatorial (μm)		
Grupo I						
<i>L. cruciata</i>	Delgada (\bar{X} =2.3-2.6)	Heterogéneo	55.4	56.1	Prolato-esferoidal	Mediana
<i>L. lasiocarpum</i>			59.8	59.2		Pequeña
Grupo II						
<i>L. longipes</i>	Gruesa (\bar{X} =3.0-3.3)	Intermedio	56.2	57.4	Prolato-esferoidal	Mediana
<i>L. modestum</i>			61.3	58.5	Subprolato	Pequeña
<i>L. tenellum</i>			61.6	60.0		Pequeña
Grupo III						
<i>L. orizabae</i>	Gruesa (\bar{X} =3.9)	Homogéneo	68.9	62.3	Subprolato	Pequeña
<i>L. pringlei</i>	Gruesa (\bar{X} =3.5)	Homogéneo	71.6	68.6	Prolato-esferoidal	Pequeña
<i>L. rzedowskii</i>	Gruesa (\bar{X} =3.8)	Intermedio	74.0	72.3		Mediana
Discriminados a nivel Específico						
<i>L. scabrellum</i>	Gruesa (\bar{X} =3.0)	Intermedio	82.8	78.0	Subprolato	Pequeña
<i>L. flagellare</i>	Muy gruesa (\bar{X} =4.9)		68.5	67.2	Prolato-esferoidal	Pequeña
<i>L. mexicanum</i>	Muy gruesa (\bar{X} =4.4)		79.3	77.0	Subprolato	Pequeña

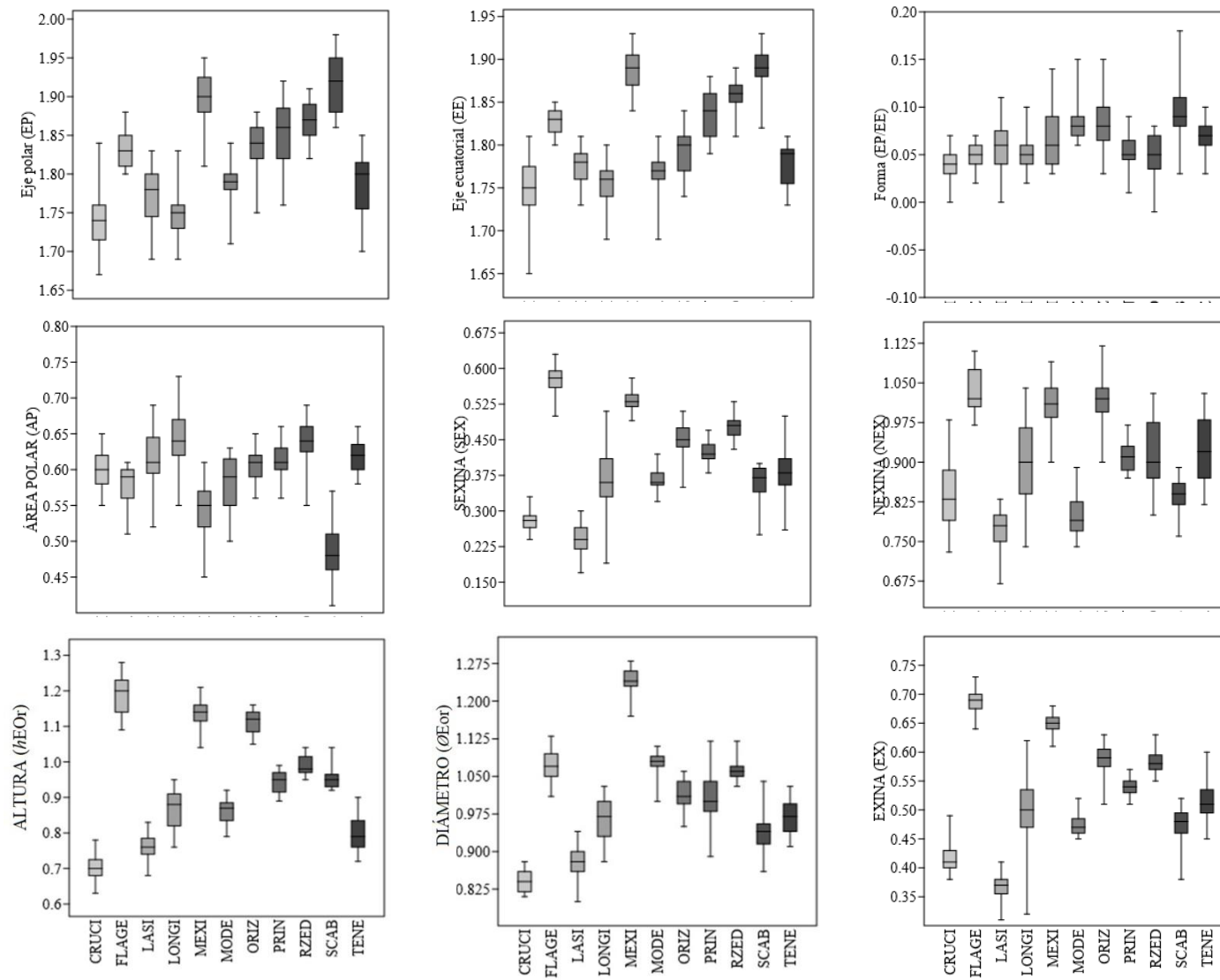


Figura 32. Diagramas de caja de las variables explicativas de la variación en la morfología polínica de once especies endémicas de *Linum* de México (Variables cuantitativas).

Cuadro 4. Análisis de Varianza (ANOVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey por variable entre las especies endémica de *Linum* (los valores resaltados en negritas son estadísticamente significativos, $p < 0.05$).

		a. Eje polar (EP)										
		<i>cruci</i>	<i>flage</i>	<i>lasi</i>	<i>longi</i>	<i>mexi</i>	<i>mode</i>	<i>oriz</i>	<i>prin</i>	<i>rzed</i>	<i>scab</i>	<i>tene</i>
b. Eje ecuatorial (EE)	Especie	<i>cruci</i>	8.3×10^{-15}	2.5×10^{-02}	1.0×10^{00}	0.0×10^{00}	1.7×10^{-04}	4.6×10^{-15}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	1.1×10^{-04}
	<i>flage</i>	0.0×10^{00}		1.1×10^{-07}	2.1×10^{-14}	1.7×10^{-08}	7.8×10^{-05}	1.0×10^{00}	7.1×10^{-01}	1.9×10^{-02}	5.5×10^{-14}	1.1×10^{-04}
	<i>lasi</i>	1.7×10^{-2}	3.7×10^{-12}		2.9×10^{-01}	0.0×10^{00}	9.7×10^{-01}	2.8×10^{-08}	1.0×10^{-12}	1.3×10^{-14}	0.0×10^{00}	9.6×10^{-01}
	<i>longi</i>	9.5×10^{-1}	1.0×10^{-14}	5.1×10^{-01}		0.0×10^{00}	7.9×10^{-03}	1.1×10^{-14}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	5.8×10^{-03}
	<i>mexi</i>	0.0×10^{00}	$9. \times 10^{-04}$	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}		0.0×10^{00}	7.0×10^{-08}	2.9×10^{-04}	1.0×10^{-01}	6.3×10^{-01}	0.0×10^{00}
	<i>mode</i>	2.0×10^{-01}	2.1×10^{-14}	1.0×10^{00}	9.6×10^{-01}	0.0×10^{00}		2.4×10^{-05}	3.2×10^{-09}	9.7×10^{-14}	0.0×10^{00}	1.0×10^{00}
	<i>oriz</i>	9.3×10^{-09}	1.1×10^{-04}	8.4×10^{-02}	1.6×10^{-05}	0.0×10^{00}	5.1×10^{-03}		8.6×10^{-01}	4.1×10^{-02}	2.7×10^{-13}	3.6×10^{-05}
	<i>prin</i>	0.0×10^{00}	9.9×10^{-01}	7.2×10^{-15}	0.0×10^{00}	1.4×10^{-10}	3.3×10^{-15}	3.3×10^{-07}		8.6×10^{-01}	8.4×10^{-09}	5.2×10^{-09}
	<i>rzed</i>	0.0×10^{00}	1.8×10^{-04}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	9.5×10^{-03}	0.0×10^{00}	1.0×10^{-14}	1.7×10^{-02}		5.3×10^{-05}	1.5×10^{-13}
	<i>scab</i>	0.0×10^{00}	4.0×10^{-15}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	1.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	1.7×10^{-12}	6.4×10^{-04}		0.0×10^{00}
	<i>tene</i>	1.7×10^{-03}	2.1×10^{-10}	1.0×10^{00}	1.5×10^{-01}	0.0×10^{00}	9.2×10^{-01}	3.5×10^{-01}	1.3×10^{-13}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	

c. Forma (EP/EE)

d. Área polar (AP)	Especie	<i>cruci</i>	<i>flage</i>	<i>lasi</i>	<i>longi</i>	<i>mexi</i>	<i>mode</i>	<i>oriz</i>	<i>prin</i>	<i>rzed</i>	<i>scab</i>	<i>tene</i>
	<i>cruci</i>		8.2×10 ⁻⁰¹	6.4×10 ⁻⁰²	5.7×10 ⁻⁰¹	1.0×10⁻⁰³	1.0×10⁻⁰⁸	3.4×10⁻⁰⁹	3.2×10 ⁻⁰¹	7.0×10 ⁻⁰¹	9.9×10⁻¹⁵	2.1×10⁻⁰⁴
	<i>flage</i>	3.8×10 ⁻⁰¹		9.4×10 ⁻⁰¹	1.0×10 ⁰⁰	2.5×10 ⁻⁰¹	8.9×10⁻⁰⁵	3.7×10⁻⁰⁵	1.0×10 ⁰⁰	1.0×10 ⁰⁰	5.3×10⁻¹⁰	1.1×10 ⁻⁰¹
	<i>lasi</i>	6.6×10 ⁻⁰¹	9.1×10⁻⁰⁴		9.9×10 ⁻⁰¹	9.8×10 ⁻⁰¹	2.5×10⁻⁰²	1.3×10⁻⁰²	1.0×10 ⁰⁰	9.8×10 ⁻⁰¹	1.7×10⁻⁰⁶	9.0×10 ⁻⁰¹
	<i>longi</i>	3.6×10⁻⁰⁴	1.4×10⁻⁰⁹	2.5×10 ⁻⁰¹		4.8×10 ⁻⁰¹	4.6×10⁻⁰⁴	2.1×10⁻⁰⁴	1.0×10 ⁰⁰	1.0×10 ⁰⁰	4.9×10⁻⁰⁹	2.5×10 ⁻⁰¹
	<i>mexi</i>	9.1×10⁻⁰⁷	2.8×10⁻⁰²	7.5×10⁻¹²	4.8×10⁻¹⁵		4.4×10 ⁻⁰¹	3.2×10 ⁻⁰¹	7.4×10 ⁻⁰¹	3.6×10 ⁻⁰¹	4.6×10⁻⁰⁴	1.0×10 ⁰⁰
	<i>mode</i>	6.0×10 ⁻⁰¹	1.0×10 ⁰⁰	3.1×10⁻⁰³	8.6×10⁻⁰⁹	9.8×10⁻⁰³		1.0×10 ⁰⁰	2.2×10⁻⁰³	2.1×10⁻⁰⁴	4.8×10 ⁻⁰¹	7.0×10 ⁻⁰¹
	<i>oriz</i>	1.0×10 ⁰⁰	7.9×10 ⁻⁰²	9.7×10 ⁻⁰¹	6.1×10⁻⁰³	1.9×10⁻⁰⁸	1.7×10 ⁻⁰¹		1.0×10⁻⁰³	8.9×10⁻⁰⁵	6.2×10 ⁻⁰¹	5.7×10 ⁻⁰¹
	<i>prin</i>	9.6×10 ⁻⁰¹	9.8×10⁻⁰³	1.0×10 ⁰⁰	5.4×10 ⁻⁰²	3.7×10⁻¹⁰	2.8×10⁻⁰²	1.0×10 ⁰⁰		1.0×10 ⁰⁰	4.2×10⁻⁰⁸	4.8×10 ⁻⁰¹
	<i>rzed</i>	2.2×10⁻⁰³	1.9×10⁻⁰⁸	5.2×10 ⁻⁰¹	1.0×10 ⁰⁰	9.0×10⁻¹⁵	1.1×10⁻⁰⁷	2.8×10⁻⁰²	1.7×10 ⁻⁰¹		1.6×10⁻⁰⁹	1.7×10 ⁻⁰¹
	<i>scab</i>	0.0×10⁰⁰	1.4×10⁻¹⁴	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	6.5×10⁻⁰⁸	8.3×10⁻¹⁵	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰		2.2×10⁻⁰³
	<i>tene</i>	7.5×10 ⁻⁰¹	1.6×10⁻⁰³	1.0×10 ⁰⁰	1.9×10 ⁻⁰¹	1.8×10⁻¹¹	5.2×10⁻⁰³	9.9×10 ⁻⁰¹	1.0×10 ⁰⁰	4.4×10 ⁻⁰¹	0.0×10⁰⁰	

e. Sexina (SEX)

f. Nexina (NEX)	Especie	<i>cruci</i>	<i>flage</i>	<i>lasi</i>	<i>longi</i>	<i>mexi</i>	<i>mode</i>	<i>oriz</i>	<i>prin</i>	<i>rzed</i>	<i>scab</i>	<i>tene</i>
	<i>cruci</i>		0.0×10⁰⁰	4.4×10⁻⁰³	2.8×10⁻¹⁴	0.0×10⁰⁰	1.6×10⁻¹⁴	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	4.0×10⁻¹¹	1.2×10⁻¹⁴
	<i>flage</i>	0.0×10⁰⁰		0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	1.1×10⁻⁰³	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	1.1×10⁻¹⁴	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰
	<i>lasi</i>	7.8×10⁻⁰⁴	0.0×10⁰⁰		0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰
	<i>longi</i>	1.1×10⁻⁰³	1.4×10⁻¹⁴	2.2×10⁻¹⁴		0.0×10⁰⁰	1.0×10⁰⁰	1.9×10⁻¹²	3.6×10⁻⁰⁶	0.0×10⁰⁰	9.9×10⁻⁰¹	9.7×10⁻⁰¹
	<i>mexi</i>	0.0×10⁰⁰	8.5×10⁻⁰¹	0.0×10⁰⁰	2.6×10⁻¹⁰		0.0×10⁰⁰	1.4×10⁻¹³	0.0×10⁰⁰	3.6×10⁻⁰⁶	0.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰
	<i>mode</i>	3.0×10⁻⁰¹	0.0×10⁰⁰	7.3×10⁻⁰¹	3.1×10⁻⁰⁹	0.0×10⁰⁰		4.1×10⁻¹²	6.5×10⁻⁰⁶	0.0×10⁰⁰	9.7×10⁻⁰¹	9.8×10⁻⁰¹
	<i>oriz</i>	0.0×10⁰⁰	1.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	2.0×10⁻¹²	1.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰		3.3×10⁻⁰¹	1.4×10⁻⁰¹	5.9×10⁻¹⁵	6.4×10⁻⁰⁹
	<i>prin</i>	1.3×10⁻⁰⁴	1.4×10⁻¹³	9.2×10⁻¹⁵	1.0×10⁰⁰	5.0×10⁻⁰⁹	1.6×10⁻¹⁰	4.7×10⁻¹¹		1.2×10⁻⁰⁵	6.4×10⁻⁰⁹	1.5×10⁻⁰³
	<i>rzed</i>	8.5×10⁻⁰⁶	5.8×10⁻¹²	9.9×10⁻¹⁵	9.9×10⁻⁰¹	1.3×10⁻⁰⁷	4.0×10⁻¹²	1.6×10⁻⁰⁹	1.0×10⁰⁰		0.0×10⁰⁰	8.5×10⁻¹⁵
	<i>scab</i>	1.0×10⁰⁰	0.0×10⁰⁰	1.7×10⁻⁰³	4.9×10⁻⁰⁴	0.0×10⁰⁰	4.2×10⁻⁰¹	0.0×10⁰⁰	5.4×10⁻⁰⁵	3.2×10⁻⁰⁶		3.3×10⁻⁰¹
	<i>tene</i>	5.0×10⁻⁰⁷	1.8×10⁻¹⁰	4.8×10⁻¹⁵	8.8×10⁻⁰¹	2.4×10⁻⁰⁶	1.2×10⁻¹³	3.9×10⁻⁰⁸	9.9×10⁻⁰¹	1.0×10⁰⁰	1.8×10⁻⁰⁷	

g. Altura de elementos ornamentales (*hEor*)

h. Diámetro de elementos ornamentales ($\emptyset Eor$)	Especie	<i>cruci</i>	<i>flage</i>	<i>lasi</i>	<i>longi</i>	<i>mexi</i>	<i>mode</i>	<i>oriz</i>	<i>prin</i>	<i>rzed</i>	<i>scab</i>	<i>tene</i>	
	<i>cruci</i>		0.0×10^{00}	1.7×10^{-04}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	3.0×10^{-12}
	<i>flage</i>	0.0×10^{00}		0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	3.1×10^{-04}	0.0×10^{00}	1.3×10^{-08}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}
	<i>lasi</i>	1.0×10^{-02}	0.0×10^{00}		1.1×10^{-14}	0.0×10^{00}	3.2×10^{-14}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	5.8×10^{-02}
	<i>longi</i>	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	9.8×10^{-15}		0.0×10^{00}	1.0×10^{00}	0.0×10^{00}	1.5×10^{-08}	0.0×10^{00}	7.4×10^{-12}	3.4×10^{-07}	
	<i>mexi</i>	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}		0.0×10^{00}	6.6×10^{-01}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}
	<i>mode</i>	0.0×10^{00}	1.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}		0.0×10^{00}	7.1×10^{-10}	0.0×10^{00}	2.5×10^{-13}	5.2×10^{-06}	
	<i>oriz</i>	0.0×10^{00}	1.2×10^{-08}	0.0×10^{00}	1.8×10^{-05}	0.0×10^{00}	5.7×10^{-09}		0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}
	<i>prin</i>	0.0×10^{00}	5.3×10^{-10}	0.0×10^{00}	2.1×10^{-04}	0.0×10^{00}	2.4×10^{-10}	1.0×10^{00}		1.8×10^{-03}	9.8×10^{-01}	0.0×10^{00}	
	<i>rzed</i>	0.0×10^{00}	9.9×10^{-01}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	9.8×10^{-01}	3.9×10^{-06}	2.4×10^{-07}		1.1×10^{-01}	0.0×10^{00}	
	<i>scab</i>	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	4.4×10^{-09}	9.1×10^{-02}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	3.7×10^{-13}	1.1×10^{-11}	0.0×10^{00}		0.0×10^{00}	
	<i>tene</i>	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	2.8×10^{-15}	1.0×10^{00}	0.0×10^{00}	0.0×10^{00}	3.1×10^{-04}	2.7×10^{-03}	3.3×10^{-15}	1.4×10^{-02}		

i. Grosor de exina (EXI)

Especie	<i>cruci</i>	<i>flage</i>	<i>lasi</i>	<i>longi</i>	<i>mexi</i>	<i>mode</i>	<i>oriz</i>	<i>prin</i>	<i>rzed</i>	<i>scab</i>	<i>tene</i>
<i>cruci</i>		0.0×10⁰⁰	7.8×10⁻⁰⁴	1.1×10⁻⁰³	0.0×10⁰⁰	3.0×10 ⁻⁰¹	0.0×10⁰⁰	1.3×10⁻⁰⁴	8.5×10⁻⁰⁶	1.0×10 ⁰⁰	5.0×10⁻⁰⁷
<i>flage</i>			0.0×10⁰⁰	1.4×10⁻¹⁴	8.5×10 ⁻⁰¹	0.0×10⁰⁰	1.0×10 ⁰⁰	1.4×10⁻¹³	5.8×10⁻¹²	0.0×10⁰⁰	1.8×10⁻¹⁰
<i>lasi</i>				2.2×10⁻¹⁴	0.0×10⁰⁰	7.3×10 ⁻⁰¹	0.0×10⁰⁰	9.2×10⁻¹⁵	9.9×10⁻¹⁵	1.7×10⁻⁰³	4.8×10⁻¹⁵
<i>longi</i>					2.6×10⁻¹⁰	3.1×10⁻⁰⁹	2.0×10⁻¹²	1.0×10 ⁰⁰	9.9×10 ⁻⁰¹	4.9×10⁻⁰⁴	8.8×10 ⁻⁰¹
<i>mexi</i>						0.0×10⁰⁰	1.0×10 ⁰⁰	5.0×10⁻⁰⁹	1.3×10⁻⁰⁷	0.0×10⁰⁰	2.4×10⁻⁰⁶
<i>mode</i>							0.0×10⁰⁰	1.6×10⁻¹⁰	4.0×10⁻¹²	4.2×10 ⁻⁰¹	1.2×10⁻¹³
<i>oriz</i>								4.7×10⁻¹¹	1.6×10⁻⁰⁹	0.0×10⁰⁰	3.9×10⁻⁰⁸
<i>prin</i>									1.0×10 ⁰⁰	5.4×10⁻⁰⁵	9.9×10 ⁻⁰¹
<i>rzed</i>										3.2×10⁻⁰⁶	1.0×10 ⁰⁰
<i>scab</i>											1.8×10⁻⁰⁷
<i>tene</i>											

El AP presentó un intervalo y un promedio de entre 0.2 a 0.4 μm (Figura 1). El ANOVA destacó la gran similitud entre casi todas las especies, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre *L. tenellum* y *L. cruciata*, *L. lasiocarpum*, *L. longipes*, *L. orizabae*, *L. pringlei* y *L. rzedowskii* (Cuadro 4d).

El SEX registró un intervalo de 1.5 a 4.2 μm y un promedio de 1.7 a 3.8 μm (Figura 1). El ANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las comparaciones de medias. La especies que no presentaron diferencias fueron *L. modestum* y *L. longipes*; *L. orizabae* con *L. pringlei* y *L. rzedowskii*; y *L. scabrellum* con *L. longipes*, *L. modestum* y *L. tenellum* (Cuadro 4e).

El NEX fue de 0.5 a 1.3 μm y el promedio varió de 0.6 a 1.1 μm (Figura 32). En general, el ANOVA registró diferencias estadísticamente significativas entre la mayoría de las comparaciones de medias. Las especies que no presentaron diferencias fueron: *L. lasiocarpum* y *L. modestum*; *L. mexicanum* y *L. orizabae*; *L. modestum* y *L. scabrellum*; *L. cruciata* con *L. modestum* y *L. scabrellum*; *L. flagellare* con *L. mexicanum* y *L. orizabae*; *L. pringlei* con *L. rzedowskii* y *L. tenellum*; y finalmente, *L. longipes* con *L. pringlei*, *L. rzedowskii* y *L. tenellum*. (Cuadro 4f).

El EXI, presentó valores entre 2.1 y 5.4 μm , con un promedio de entre 2.3 y 4.9 μm (Cuadro 3, Figura 32). Los valores de ANOVA para las medias indicaron diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las comparaciones. Las especies que no presentaron diferencias fueron *L. modestum* y *L. scabrellum*; *L. orizabae* y *L. rzedowskii*; *L. pringlei* y *L. tenellum*; y *L. longipes* con *L. modestum*, *L. scabrellum* y *L. tenellum* (Cuadro 4i).

La hEor observó un intervalo de entre 0.4 y 1.9 μm con un promedio entre 0.5 y 1.6 μm (Figura 1). El ANOVA verificó diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las comparaciones. Las especies que no mostraron diferencias fueron *L. lasiocarpum* y *L. tenellum*; *L. longipes* y *L. modestum*; *L. mexicanum* y *L. orizabae*; y *L. scabrellum* con *L. pringlei* y *L. rzedowskii* (Cuadro 4g).

El ØEor tuvo una variación de 0.6 a 1.9 μm y un promedio de 0.7 a 1.8 μm (Figura 1). El ANOVA encontró diferencias significativas en la mayoría de las comparaciones. Las especies que

no presentaron diferencias estadísticamente significativas fueron *L. modestum* y *L. flagellare*; *L. orizabae* y *L. pringlei*; *L. longipes* con *L. scabrellum* y *L. tenellum*; y *L. rzedowskii* con *L. flagellare* y *L. modestum* (Cuadro 4h).

El PCA entre las 11 especies indicó que los primeros tres componentes principales explicaron aproximadamente el 89.37 % del total de la varianza registrada en los datos. El primer componente explicó el 73.28 % de la varianza; el segundo, el 9.44 % de la varianza residual, y el tercero, el 6.65 %. Los factores de carga más importantes de cada componente, definieron cinco variables que explicaron el mayor porcentaje de la varianza acumulada: 1) la *hEor*, 2) el *SEX*, 3) el *EXI*, 4) el \emptyset *Eor* y 5) el *NEX*. Las variables que contribuyeron en menor medida para explicar el porcentaje de variación fueron el *EP* y el *EE* (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de componentes principales (PCA) entre especies endémicas de *Linum*. CP= Componente principal. Los factores de carga de las variables con valores más grandes en cada componente se resaltan en negritas.

Eje	1	2	3
Valor dominante	0.06	0.01	0.01
Varianza (%)	73.28	9.44	6.65
Varianza acumulada (%)	73.28	82.72	89.37
Variables	Factores de carga		
	CP1	CP2	CP3
Eje polar (EP)	0.165	0.488	-0.146
Eje ecuatorial (EE)	0.139	0.393	-0.080
Forma (EP/EE)	0.009	0.130	-0.034
Área polar (AP)	-0.046	-0.368	0.118
Sexina (SEX)	0.405	-0.173	0.162
Nexina (NEX)	0.320	-0.535	-0.276
Altura de elementos ornamentales (<i>hEor</i>)	0.629	0.204	-0.425
Diámetro de elementos ornamentales (\emptyset <i>Eor</i>)	0.376	0.163	0.819
Grosor de exina (EXI)	0.385	-0.264	0.059

El DCA determinó que los atributos morfológicos polínicos en conjunto explicaron el 84.77 % de la varianza (eje 1 y 2) en el polen de las 11 especies (Cuadro 6). Los factores de cargas de los ejes de las funciones discriminantes, indicaron que las variables se clasificaron correctamente y que todas ellas contribuyeron a explicar la variación en la morfología polínica, siendo las más importantes el *EXI*, *hEor* y \emptyset *Eor* (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis discriminante sin tendencia (DCA) entre especies endémicas de *Linum*. Funciones discriminantes y porcentaje de varianza explicado por cada una de ellas. Valores de las cargas de los ejes de las funciones discriminantes para cada una de las variables morfológicas polínicas de las especies endémicas de *Linum*.

Eje	1	2
Valor dominante	30.09	3.72
Varianza (%)	75.43	9.34
Varianza acumulada (%)	75.43	84.77
Variables	Factores de carga	
Grosor de exina (EXI)	25.11	17.18
Altura elementos ornamentales (hEor)	15.46	-7.57
Diámetro de elementos ornamentales (ØEor)	14.82	20.80

Además, el DCA asignó a un grupo cada una de las observaciones registradas en las variables y el número de puntos que fueron situados en una especie diferente, dando como resultado una matriz de confusión diagonal en la que el 91.27 % de ellas se asignaron a alguno de los 11 taxones (Cuadro 7).

El DCA permitió separar los taxones principalmente por el grosor de la exina (que resume la variación del grosor de la sexina y la nexina) y la variación en el patrón de los elementos ornamentales (altura y diámetro) (Cuadro 6, Figura 33). Además el DCA, definió tres grupos de especies que comparten algunos de sus caracteres morfológicos. En el grupo I se ubicó a *L. cruciata* y *L. lasiocarpum* con exina delgada y ornamentación con patrón heterogéneo; en el grupo II, *L. longipes*, *L. modestum*, y *L. tenellum* con exina gruesa y ornamentación con patrón intermedio; en el grupo III, *L. orizabae*, *L. pringlei* y *L. rzedowskii* con exina gruesa y ornamentación con patrón homogéneo o intermedio. Asimismo diferenció tres de las especies (*L. flagellare*, *L. mexicanum* y *L. scabrellum*) de acuerdo a la variación acumulada de sus caracteres morfológicos (Cuadro 6, Figura 33). A continuación se presentan las descripciones de la morfología del polen de acuerdo a los grupos en los que se discriminaron (Figuras 34, 35 y 36).

Cuadro 7. Matriz de confusión diagonal del DCA con el número de observaciones asignados a cada especie endémica de *Linum* de México.

	<i>cruci</i>	<i>flage</i>	<i>lasi</i>	<i>longi</i>	<i>mexi</i>	<i>mode</i>	<i>oriz</i>	<i>prin</i>	<i>rzed</i>	<i>scab</i>	<i>tene</i>	Total
<i>cruci</i>	23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25
<i>flage</i>	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
<i>lasi</i>	4	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	25
<i>longi</i>	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0	8	25
<i>mexi</i>	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	25
<i>mode</i>	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	25
<i>oriz</i>	0	1	0	0	0	0	24	0	0	0	0	25
<i>prin</i>	0	0	0	1	0	0	0	20	4	0	0	25
<i>rzed</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	25
<i>scab</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	25
<i>tene</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	22	25
Total	27	26	24	20	25	25	24	20	29	25	30	275

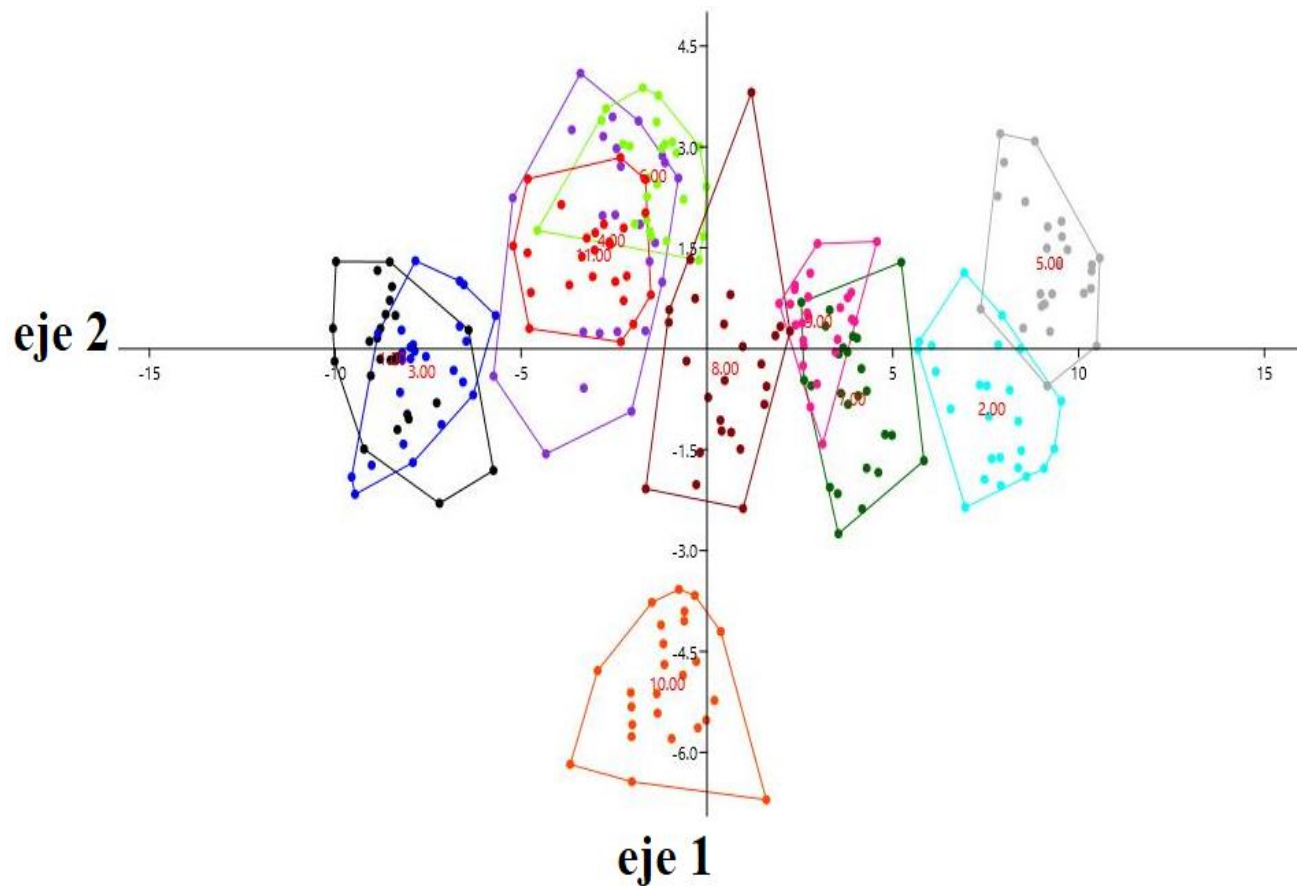


Figura 33. Gráfico de dispersión de puntos del análisis discriminante (DCA) para las especies endémicas de *Linum* 1) *L. cruciata* (negro), 2) *L. flagellare* (agua), 3) *L. lasiocarpum* (azul), 4) *L. longipes* (violeta), 5) *L. mexicanum* (gris), 6) *L. modestum* (limón), 7) *L. orizabae* (verde), 8) *L. pringlei* (marrón), 9) *L. rzedowskii* (rosa), 10) *L. scabrellum* (anaranjado) y 11) *L. tenellum* (rojo).

Grupo I. Exina delgada y ornamentación con patrón heterogéneo.

Linum cruciata

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum cruciata* Planchon (Figura 34 a y b).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Prolato-esferoidal. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón heterogéneo. Elementos ornamentales en forma de báculas y clavos de altura constante y diámetro variable. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 55.4 (46.9 – 69.2) ± 5.1

Eje ecuatorial= 56.1 (44.9 – 64.6) ± 4.4

Grosor de la exina= 2.6 (2.4 – 3.1) ± 0.1

Área polar= 0.3 (0.3 – 0.4) ± 0.0, media.

Elementos ornamentales; altura= 0.5 (0.4 – 0.6) ± 0.0, diámetro= 0.7 (0.7 – 0.8) ± 0.0

Linum lasiocarpum

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum lasiocarpum* Rose (Figura 34 c y d).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Prolato-esferoidal. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón heterogéneo. Elementos ornamentales en forma de báculos y/o espinas de altura más o menos uniforme, los más conspicuos se observaron en forma de báculos o clavos. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 59.8 (48.5 - 67.5) ± 5.3

Eje ecuatorial= 59.2 (53.2 - 63.9) ± 2.9

Grosor de la exina= 2.3 (2.1 - 2.6) ± 0.1

Área polar= 0.3 (0.3 – 0.4) ± 0.0, pequeña.

Elementos ornamentales; altura= 0.6 (0.5 - 0.7) ± 0.0, diámetro= 0.8 (0.6 - 0.9) ± 0.01

Grupo II. Exina gruesa y ornamentación con patrón intermedio.

Linum longipes

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum longipes* Rose (Figura 34 e y f).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Prolato-esferoidal. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón intermedio. Elementos ornamentales en forma de báculas y espinas, los más conspicuos en forma de báculas. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 56.2 (49.1 – 67.0) ± 4.1

Eje ecuatorial= 57.4 (48.8 – 63.4) ± 3.4

Grosor de la exina= 3.2 (2.1 – 4.2) ± 0.4

Área polar= 0.4 (0.3 – 0.4) ± 0.0, media.

Elementos ornamentales; altura= 0.7 (0.6 – 0.9) ± 0.1, diámetro= 0.9 (0.8 – 1.1) ± 0.1

Linum modestum

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum modestum* C.M.Rogers (Figura 34 g y h).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Subprolato. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón intermedio. Elementos ornamentales en forma de báculas y espinas, los más conspicuos en forma de báculas. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 61.3 (51.7 – 68.6) ± 3.8

Eje ecuatorial= 58.5 (49.5 – 65.1) ± 3.5

Grosor de la exina= $3.0 (2.8 - 3.3) \pm 0.1$

Área polar= $0.3 (0.2 - 0.4) \pm 0.0$, pequeña.

Elementos ornamentales; altura= $0.7 (0.6 - 0.8) \pm 0.1$, diámetro= $1.2 (1.0 - 1.3) \pm 0.1$

Linum tenellum

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum tenellum* Chamisso & Schlechtendal (Figura 34 i y j).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Subprolato. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón intermedio. Elementos ornamentales en forma de báculos y espinas, y los más conspicuos en forma de báculos. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= $61.6 (50.4 - 70.7) \pm 5.5$

Eje ecuatorial= $60.0 (53.8 - 65.3) \pm 3.4$

Grosor de la exina= $3.3 (2.8 - 4.0) \pm 0.3$

Área polar= $0.3 (0.3 - 0.4) \pm 0.0$, pequeña.

Elementos ornamentales; altura= $0.6 (0.8 - 0.8) \pm 0.1$, diámetro= $0.9 (0.8 - 1.1) \pm 0.1$

Grupo III. Exina gruesa y ornamentación con patrón homogéneo o intermedio.

Linum orizabae

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum orizabae* Planchon (Figura 35 k y l).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Subprolato. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación homogénea. Elementos ornamentales en forma de báculos y clavos, de altura y diámetro constante. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 68.9 (55.8 – 76.5) ± 5.0

Eje ecuatorial= 62.3 (55.4 – 69.0) ± 3.5

Grosor de la exina= 3.9 (3.3 – 4.3) ± 0.2

Área polar= 0.3 (0.3 - 0.4) ± 0.0, pequeña.

Elementos ornamentales; altura= 1.3 (1.1 – 1.4) ± 0.1, diámetro= 1.0 (0.9 – 1.2) ± 0.1

Linum pringlei

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum pringlei* S.Watson (Figura 35 m y n).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Prolato-esferoidal. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón homogéneo. Elementos ornamentales en forma de báculos de altura y diámetro constante. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 71.6 (57.8 – 83.1) ± 6.9

Eje ecuatorial= 68.6 (61.3 – 76.7) ± 4.1

Grosor de la exina= 3.5 (3.2 – 3.8) ± 0.1

Área polar= 0.3 (0.3 – 0.4) ± 0.0, pequeña.

Elementos ornamentales; altura= 0.9 (0.8 – 1.0) ± 0.1, diámetro= 1.0 (0.8 – 1.3) ± 0.1

Linum rzedowskii

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum rzedowskii* Arreguín (Figura 35 o y p).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Prolato-esferoidal. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón intermedio. Elementos ornamentales en forma de báculas. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 74.0 (66.2 – 80.8) \pm 4.1

Eje ecuatorial= 72.3 (65.3 – 76.9) \pm 2.8

Grosor de la exina= 3.8 (3.6 – 4.2) \pm 0.2

Área polar= 0.4 (0.3 – 0.4) \pm 0.0, media.

Elementos ornamentales; altura= 1.0 (0.9 – 1.1) \pm 0.1, diámetro= 1.2 (1.1 – 1.3) \pm 0.1

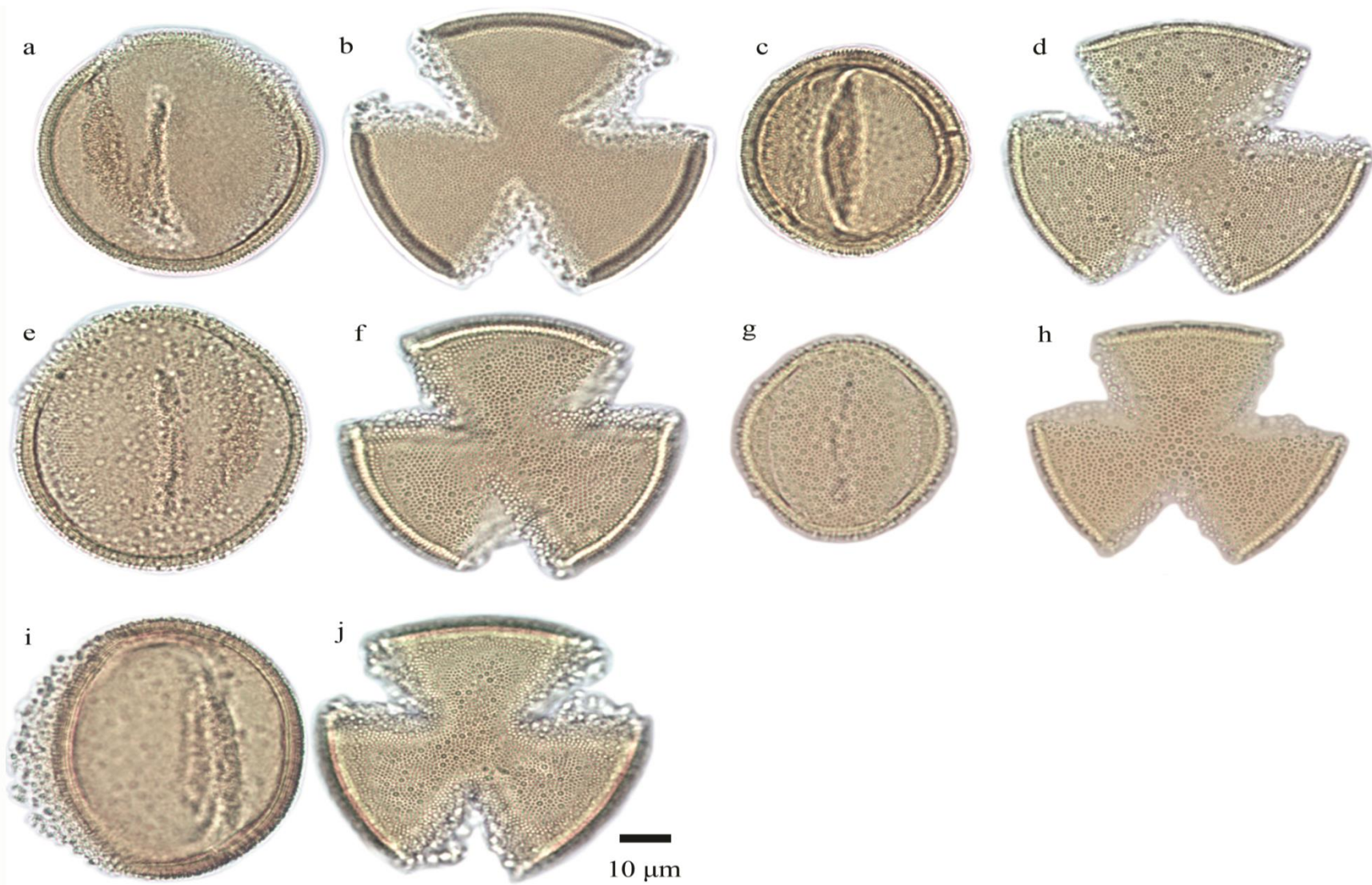


Figura 34. Vista ecuatorial y Vista polar de *L. cruciata* (a, b), *L. lasiocarpum* (c, d), *L. longipes* (e, f), *L. modestum* (g, h) y *L. tenellum* (i, j) endémicas de *Linum* de México en microscopía de luz.

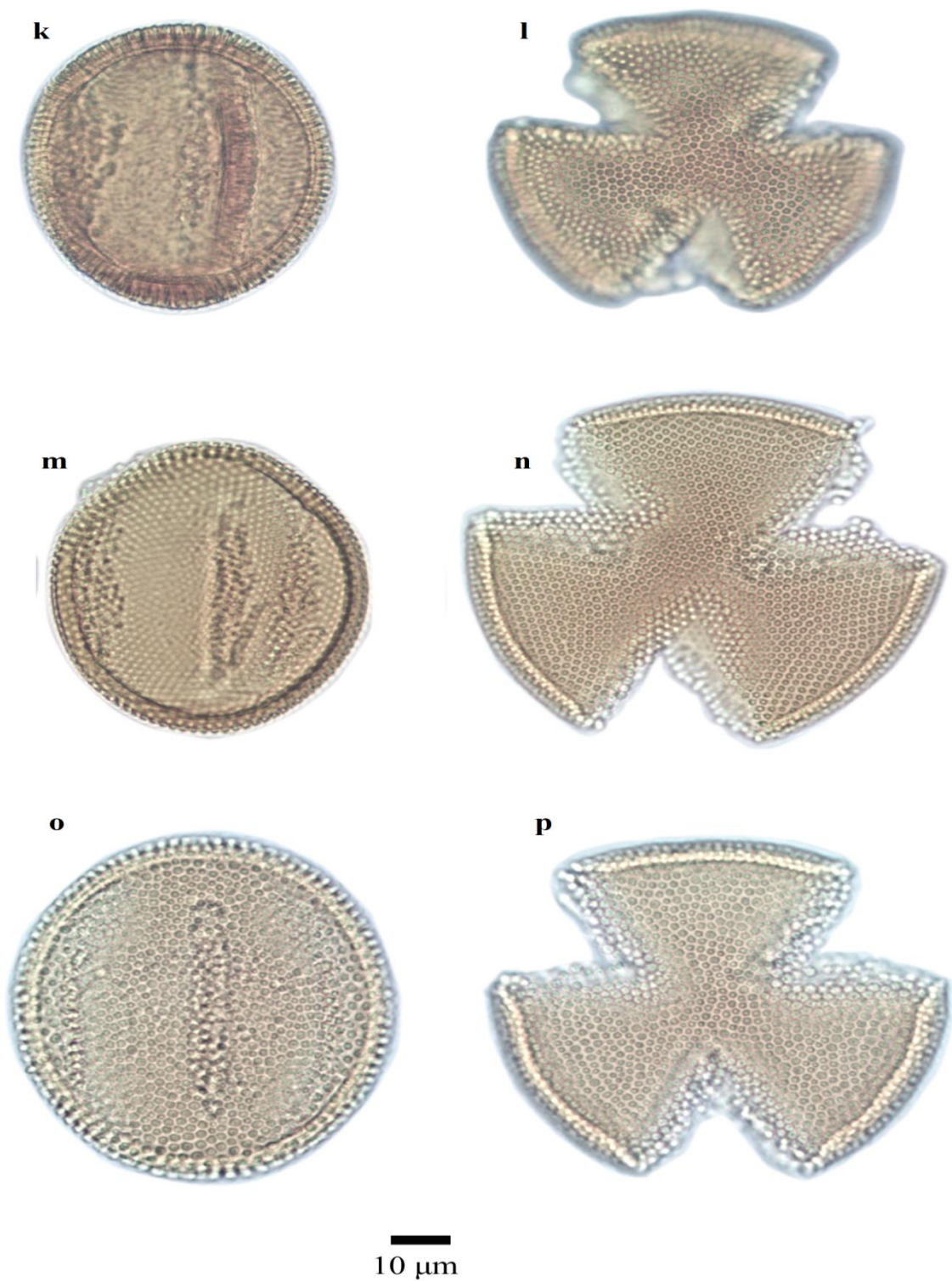


Figura 35. Vista ecuatorial y Vista polar de *L. orizabae* (k, l), *L. pringlei* (m, n) y *L. rzedowskii* (o, p) endémicas de *Linum* de México en microscopía de luz.

A continuación se presentan las descripciones del polen que se discriminaron a nivel específico mediante el análisis multivariado:

Linum scabrellum

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum scabrellum* Planchon (Figura 36 a y b).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Subprolato. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón intermedio. Elementos ornamentales en forma de báculas y/o espinas, los más conspicuos en forma de báculas o clavav. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 82.8 (72.6 – 96.0) ± 6.8

Eje ecuatorial= 78.0 (66.0 – 85.7) ± 4.3

Grosor de la exina= 3.0 (2.4 – 3.3) ± 0.2

Área polar= 0.2 (0.2 – 0.3) ± 0.0, pequeña.

Elementos ornamentales; altura= 0.9 (0.8 – 1.1) ± 0.1, diámetro= 0.9 (0.7 – 1.1) ± 0.1

Linum flagellare

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum flagellare* H.J.P.Winkler (Figura 36 c y d).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Prolato-esferoidal. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón intermedio. Elementos ornamentales en forma de báculas de altura y diámetro variable. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= 68.5 (63.8 – 75.6) ± 3.6

Eje ecuatorial= 67.2 (62.8 – 70.5) ± 2.2

Grosor de la exina= $4.9 (4.4 - 5.4) \pm 0.2$

Área polar= $0.3 (0.2 - 0.3) \pm 0.0$, pequeña.

Elementos ornamentales; altura= $1.6 (1.2 - 1.9) \pm 0.2$, diámetro= $1.2 (1.0 - 1.3) \pm 0.1$

L. mexicanum

Familia: Linaceae

Nombre científico: *Linum mexicanum* Kunth (Figura 36 e y f).

Descripción: Mónada, isopolar, radiosimétrico. Subprolato. Tricolpado. Exina subtectada. Ornamentación con patrón intermedio. Elementos ornamentales forma de báculas, los más conspicuos en forma de báculas o clavas. Contorno polar no-angular circular.

Dimensiones:

Eje polar= $79.3 (64.9 - 89.5) \pm 5.7$

Eje ecuatorial= $77.0 (68.5 - 84.2) \pm 4.1$

Grosor de la exina= $4.4 (4.1 - 4.8) \pm 0.2$

Área polar= $0.3 (0.2 - 0.3) \pm 0.0$, pequeña.

Elementos ornamentales; altura= $1.4 (1.4 - 1.6) \pm 0.1$, diámetro= $1.8 (1.5 - 1.9) \pm 0.1$

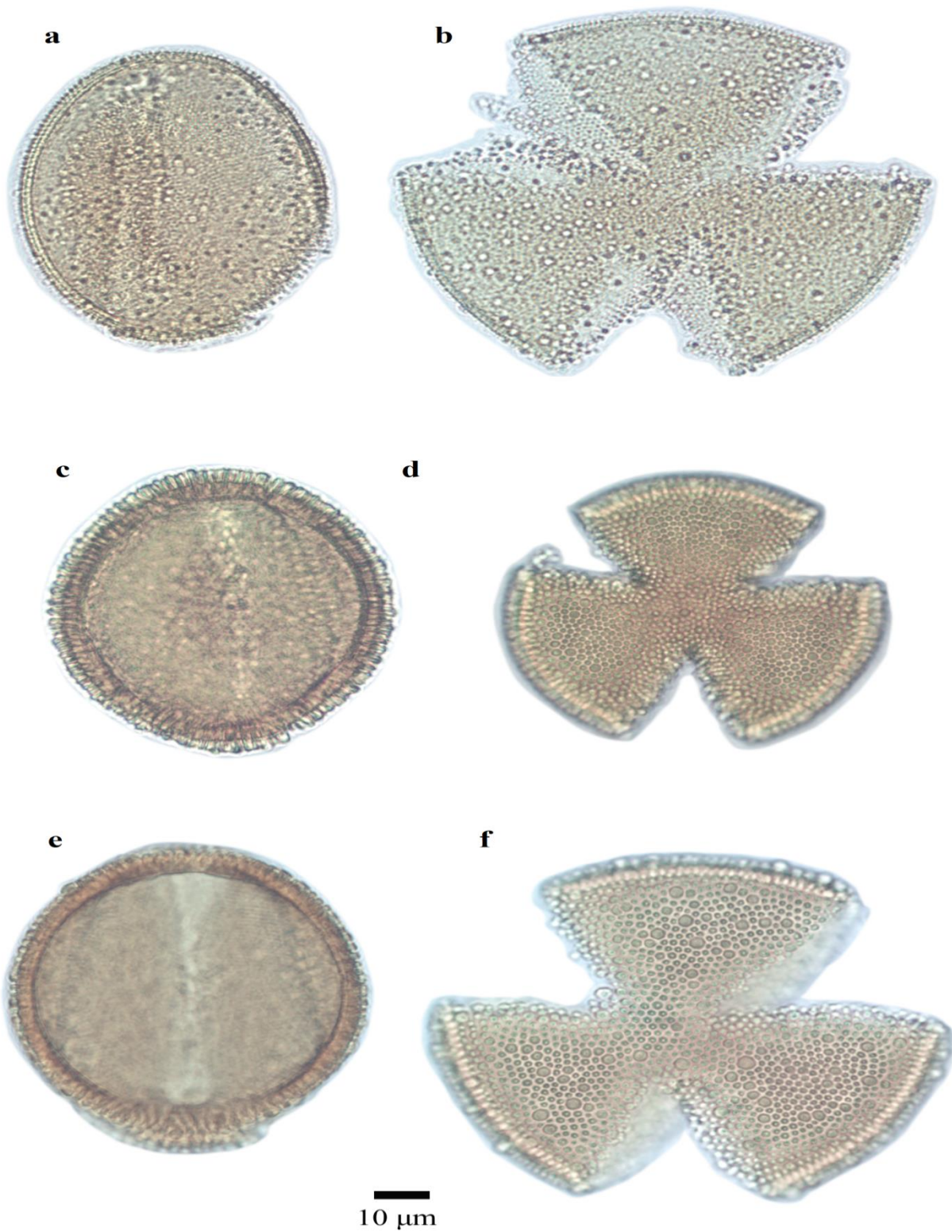


Figura 36. Vista ecuatorial y Vista polar de *L. scabrellum* (a, b), *L. flagellare* (c, d) y *L. mexicanum* (e, f) endémicas de *Linum* de México en microscopia de luz.

2.5. DISCUSIÓN

La morfología del polen de las especies endémicas de *Linum* de México se ha examinado pocas veces (Xavier 1967, Arreguín-Sánchez *et al.* 1985), por lo que persisten diferencias en la interpretación y vacíos de información tanto en los caracteres morfológicos cuantitativos, como en los cualitativos del polen. En estudios previos de especies de *Linum* (Erdtman 1952, Xavier & Rogers 1963) se informó que los caracteres morfológicos del polen que resultaron más útiles para diferenciar especies son el tamaño y la forma del grano, el grosor de la exina y la naturaleza de su escultura (elementos ornamentales). En las 11 especies endémicas de *Linum* estudiadas en este trabajo, se observaron nueve variables cuantitativas del polen (eje polar, eje ecuatorial, la relación del eje polar entre el eje ecuatorial, el área polar, el grosor de la sexina, el grosor de la nexina, el grosor total de la exina, la altura y el diámetro de los elementos ornamentales); y dos variables cualitativas, la relación de la sexina con respecto a la nexina y el patrón de la ornamentación (homogéneo, intermedio y heterogéneo).

El tipo de abertura, fue un caracter que no se consideró en los análisis estadísticos, ya que no se registró variación en las especies analizadas, todos los granos de polen presentaron tres colpos en la zona ecuatorial (tricolpados). Lo anterior coincide con lo informado por Xavier (1967) y con Arreguín-Sánchez *et al.* (1985) para nueve y tres de las 11 especies de este estudio, respectivamente. En el caso de Xavier (1967), las faltantes *L. lasiocarpum* y *L. rzedowskii*, no fueron informadas porque no se tuvo material o, porque en ese año, aún no se describía a la especie como es el caso de esta última. En la vista polar, los tres colpos de las 11 especies se observaron fácilmente. Mientras que en la vista ecuatorial, por lo general, dos de ellos se observaron completamente de un lado, y el otro se apreció débilmente en la parte posterior del polen. Los márgenes del colpo se observaron más o menos rectos, lo cual, también fue registrado por Erdtman (1966) y Xavier (1967). Además, se confirmó que las aberturas del polen no se colocan al azar en la superficie del grano, sino que generalmente tienen una ubicación muy precisa con respecto al polo y el ecuador del grano, definida por su posición en la tétrada del polen (Harley & Baker 2001).

Los resultados del ANOVA indicaron que en las 11 especies de *Linum* endémicas de México, hay dos caracteres morfológicos que tienen poca variación entre las especies: 1) la relación del eje polar entre el eje ecuatorial, el cual nos indica la forma del grano del polen y, 2) el

área polar. Seis de las especies tuvieron forma prolato-esferoidal (*L. cruciata*, *L. lasiocarpum*, *L. longipes*, *L. pringlei*, *L. rzedowskii* y *L. flagellare*), y cinco subprolato (*L. modestum*, *L. orizabae*, *L. mexicanum*, *L. scabrellum* y *L. tenellum*). El área polar de las once especies fue pequeña y media, lo cual, contrastó con los registros de Arreguín-Sánchez *et al.* (1985), quienes no observaron área polar en *L. orizabae*, mientras que en *L. mexicanum* y *L. rzedowskii*, el área polar fue grande. Adicionalmente, el ANOVA realizado para el eje polar, el eje ecuatorial, el grosor de la sexina, nexina y exina, así como la altura y el diámetro de los elementos ornamentales, mostraron diferencias significativas en la mayoría de las comparaciones de medias entre las especies.

La longitud del eje polar (EP) y del eje ecuatorial (EE) de cada especie, se utilizan para estimar el tamaño del grano de polen (Erdtman 1952, Punt *et al.* 2007). En general, el polen de los taxones de *Linum* endémicos de México es grande en comparación con la mayoría de las angiospermas (Xavier *et al.* 1980). De las 11 especies revisadas, el grano de polen más pequeño fue el *L. cruciata* (54.4 μm), y el más grande, *L. scabrellum* (82.8 μm). En estudios anteriores (Xavier 1967, Arreguín-Sánchez *et al.* 1985), se observó que el tamaño de *L. mexicanum*, presentó una tendencia a ser más grande que *L. orizabae*, lo cual, fue corroborado en este estudio.

Al revisar las diferencias que detectaron los ANOVA en el grosor de la sexina y la nexina, se observó una correspondencia con la variación que se presentó en el grosor de la exina, lo que era de esperarse. Por otro lado, la exina de todas las especies estudiadas fue subtectada, lo cual difiere de lo informado por Arreguín-Sánchez *et al.* (1985) que la menciona como intactada en *L. mexicanum*, *L. orizabae* y *L. rzedowskii*. Cabe recordar que la capa de sexina que forma un techo sobre las columelas, gránulos u otros elementos infratectales, conocida como tectum, se puede fusionar parcialmente en el ápice de los elementos ornamentales en los 11 taxones endémicos, como sucede en otras especies de *Linum* (Punt *et al.* 2007, Lattar *et al.* 2020) pero que no fue detectado por Arreguín-Sánchez *et al.* (1985).

El grosor de la exina se ha asociado desde el punto de vista filogenético como un carácter plesiomórfico (exina delgada) o apomórfico (exina gruesa) y, sin lugar a dudas, es una valiosa herramienta taxonómica para diferenciar y agrupar taxones (Xavier & Rogers 1963, Xavier *et al.* 1980). De acuerdo a esto, *L. cruciata*, y *L. lasiocarpum*, exhiben un carácter plesiomórfico, mientras que en el resto de las especies lo presentan apomórfico (*L. longipes*, *L. modestum*, *L.*

orizabae, *L. pringlei*, *L. rzedowskii*, *L. scabrellum* y *L. tenellum*). *L. flagellare* y *L. mexicanum* sobresalieron ya que presentaron la exina muy gruesa.

La altura y diámetro de los elementos ornamentales fueron dos de los caracteres que registraron variación significativa en las comparaciones de medias entre las especies en el ANOVA. Esto también fue observado en las especies analizadas por Xavier (1967) y Arreguín-Sánchez *et al.* (1985).

Las diferencias morfológicas en el polen de las 11 especies de *Linum*, se apreciaron a través de los análisis de varianza de cada uno de los caracteres morfológicos estudiados en el polen. Sin embargo, los análisis estadísticos multivariados, permitieron definir el grado de importancia de los caracteres en la variación del polen y, con esto, agrupar aquellas especies que presentaron similitudes estrechas en su morfología, y elucidar diferencias sobresalientes en tres de las 11 especies. La implementación de análisis estadísticos multivariados no se reportó en estudios previos de la morfología del polen de *Linum* (Saad 1961, Erdtman 1966, Xavier 1967, Ockendon 1971, Rogers & Xavier 1971, Rogers 1980, 1982, 1985, Chester & Raine 2001, Perveen & Qaiser 2008, Talebi *et al.* 2012, Lattar *et al.* 2012, Kluza-Wieloch *et al.* 2015, 2018), por lo que este trabajo constituye uno de los primeros esfuerzos por robustecer las conclusiones que se derivan a partir del estudio de los caracteres morfológicos en el polen de *Linum*.

El PCA encontró que la variación en la morfología del polen de los linos de México, estuvo dada en primer lugar por: la altura y el diámetro de los elementos ornamentales y el grosor de la sexina y la nexina, lo que se traduce en el grosor de la exina. Adicionalmente, el análisis añadió dos caracteres que contribuyeron a la variación residual: el eje polar y el eje ecuatorial. El PCA no seleccionó como variables significativas a la relación del eje polar y el ecuatorial (forma) y el área polar, tal como se observó en los ANOVA de este trabajo. Con base en estos resultados, el DCA discriminó los 11 taxones de *Linum* en tres grupos de acuerdo a la morfología polínica que comparten y resaltó la diferencia en la morfología del polen de tres de la especies de *Linum* (*L. flagellare*, *L. scabrellum* y *L. mexicanum*).

En conclusión, el polen de los *Linum* endémicos de México fue tricolpado, con exina subtectada y presentó báculas, clavas o espinas en su ornamentación. El primer grupo de especies (*L. cruciata* y *L. lasiocarpum*) registraron los granos de polen más pequeños, con la exina delgada

y con diferentes tamaños de altura y diámetro de los elementos ornamentales (patrón heterogéneo). El grupo II (*L. longipes*, *L. modestum* y *L. tenellum*), también fueron de los granos de polen más pequeños, sin embargo, se diferenciaron del grupo I porque presentaron exina gruesa, y claramente se observaron dos tamaños diferentes de altura y diámetro de los elementos ornamentales (patrón intermedio). El grupo III (*L. orizabae*, *L. pringlei* y *L. rzedowskii*), se caracterizó por que sus granos de polen fueron más grande que los del grupo I y II, tuvieron exina ligeramente más gruesa que los del grupo II y presentaron patrones de ornamentación homogéneos e intermedios. En el caso de *L. scabrellum*, aunque presentó un grosor de la exina y un patrón de la ornamentación típico de las especies del grupo II, fue claramente diferenciable de éstas, porque registró los granos de polen más grandes de todas las especies estudiadas. Finalmente, *L. flagellare* y *L. mexicanum*, se discriminaron fácilmente del resto de las especies, porque su exina fue muy gruesa y ambos presentaron dos tipos de alturas y diámetros de los elementos ornamentales (patrón intermedio), además, se distinguieron entre ellas porque el polen de *L. mexicanum* es más grande que el de *L. flagellare*.

Derivado de la clasificación anterior, resalto la posibilidad de utilizar algunos caracteres morfológicos del polen como herramienta taxonómica para delimitar especies de *Linum* mexicano. Por ejemplo, *L. pringlei* (flores blancas) es confundida con *L. flagellare* (flores amarillas) cuando se compara material de herbario, pero los granos de polen en la primera tienen una exina gruesa con un patrón de la ornamentación homogéneo y, en la segunda, la exina es muy gruesa y presenta un patrón de la ornamentación intermedio. Otro ejemplo relevante lo constituye *L. mexicanum* y *L. orizabae*, ya que ambas comparten, además de la distribución en el país, una gran cantidad de caracteres taxonómicos, que hace difícil su tratamiento de manera convencional, separándose sutilmente solo por la unión y largo de los estilos; la morfología de su polen podría contribuir a diferenciar entre ambas especies. En *L. mexicanum* el polen es más grande que el de *L. orizabae*, además de que el primero presenta una exina muy gruesa y un patrón de la ornamentación intermedio, mientras que en la segunda la exina es gruesa y el patrón de la ornamentación es homogéneo.

No obstante que se observaron caracteres de valor taxonómico y sistemático, y que se ofrece una descripción detallada de los granos de polen de las especies endémicas de *Linum* a México mediante el uso de microscopía fotónica, estas deben de ser corroboradas mediante

técnicas de microscopía electrónica de barrido, lo que fortalecerá el estudio palinológico aquí presentado. Se recomienda ampliamente realizar colectas botánicas dirigidas a la obtención de material fresco de las plantas endémicas faltantes (*L. gypsogenium* y *L. mcvaughii*) y realizar el estudio palinológico detallado para completar el esquema de los linos endémicos a México.

CONCLUSIONES GENERALES

La presente investigación constituye un aporte en la documentación y esclarecimiento de la diversidad florística nativa de México al proporcionar una revisión taxonómica amplia de la familia Linaceae en el territorio nacional y que había llamado poco la atención. A través del material de herbario examinado y los caracteres diagnósticos fue posible confirmar que en el país se distribuyen dos géneros, *Hesperolinon* y *Linum*, con uno y 24 especies respectivamente. Los errores encontrados en la identificación de las especies y las numerosas sinonimias subrayaron la importancia de revisar y actualizar los registros de herbario para que puedan ser utilizados de manera confiable por numerosos especialistas en el campo de la botánica. La revisión de las lináceas, reveló la falta de esfuerzo de muestreo para algunos taxones (*L. gypsogenium* y *L. mcvaughii*), así como para algunas entidades federativas como Baja California Sur, Colima y Sinaloa.

Se comprobó que los caracteres palinológicos junto con los morfológicos de la taxonomía clásica, forman un binomio más robusto en el abordaje de algunos problemas dentro del grupo de estudio. Por ejemplo, *Linum flagellare* y *L. pringlei* son fáciles de confundir tanto en estado vegetativo, como herborizadas. El análisis cualitativo de la morfología de los granos de polen de *L. pringlei*, con una escultura claramente monomórfica, permitió separarla no solo de la primera especie, sino de las otras nueve que conformaron el trabajo. También se demostró que la morfología polínica de *L. mexicanum* y *L. orizabae* (especies que son confundidas fácilmente) es diferente y que las variables cuantitativas de importancia taxonómica de ambas especies, como el eje polar, eje ecuatorial y grosor de la exina, son estadísticamente diferentes de acuerdo a los resultados del análisis multivariado. De esto se puede concluir que la palinología constituye un instrumento clave no solo en la delimitación de la familia y sus géneros, sino también entre las especies que la conforman. La estrategia aquí planteada pudiera ayudar a solucionar controversias taxonómicas en otros grupos de plantas.

Es trascendental estimular el desarrollo de los trabajos florístico del grupo de los linos silvestres. En el ámbito ecológico, su papel en el ensamblaje de comunidades, no ha sido abordado y la información de algunos miembros de la familia como precursores de fibras y alimentos funcionales, estaría en riesgo de no ser inventariada. De manera que se propone que los

tratamientos taxonómicos subsecuentes se realicen por regiones o por estados, y que los mismos contemplen la recolecta botánica intensiva dirigida a lugares que han sido poco estudiados.

Las áreas de oportunidad en el estudio de los linos son bastas. Por ejemplo, se podrían utilizar como modelo junto con la información de la distribución actual y potencial bajo la mirada de diferentes escenarios ambientales, en la investigación fitoquímica para revelar caracteres diagnóstico y la existencia de metabolitos de interés médico, así como sistematizar el conocimiento popular sobre las especies medicinales de la familia. La taxonomía y su integración con otras disciplinas, no es solo una guía para para distinguir, ordenar y nombrar el basto número de plantas con las que contamos en México, sino que constituye una forma de almacenar y recuperar información que permite plantear al investigador, hipótesis de trabajo con límites más claros y explicaciones más confiables, así como generar nuevas rutas de investigación en el campo de la botánica sistemática.

LITERATURA CITADA

- Adedeji, O. & Akinniyi, T.A. (2015) Pollen morphology of some species in the family Solanaceae. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology* 6: 125-129. <https://e-journal.sospublication.co.in/index.php/jalrb/article/view/240>
- Alanis-Flores, G.J., Alvarado-Vázquez, M.A., Ramírez-Freire, L., Velazco-Macías, C.G. & Foroughbakhch-Pournavac, R. (2011) Flora endémica de Nuevo León, México y estados colindantes. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 5: 275-298. <https://www.jstor.org/stable/41972517>
- Arreguín-Sánchez, M.L. (1985) *Linum rzedowskii*. *Phytologia* 57: 262.
- Arreguín-Sánchez, M.L. (1985) Una nueva especie de *Linum* (Linaceae) del Valle de México. *Phytologia* 57: 261-266.
- Arreguín-Sánchez, M.L. (2001) Linaceae. En: Calderón de Rzedowski, G. y J. Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. *Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, México*. Pp. 326-330.
- Arreguín-Sánchez, M.L., Palacios-Chávez, R., Quiroz-García, D.L. & Ramos-Zamora, D. (1985) Morfología de los granos de polen del genero *Linum* (Linaceae) del Valle de México. *Phytologia* 59: 72-78.
- Barrera-Robles, P.J., Burgos-Hernández, M., Ruíz-Acevedo, A.D. & Castillo-Campos, G. (2020) La familia Linaceae en México: estado actual y perspectivas. *Botanical Sciences* 98: 560-572. <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.2550>
- Bentham, G. (1839-1857) *Plantas Hartwegianas: Imprimis Mexicanas adjectis nonnullis Grahamianis enumerat novasque*. G. Pamplin, London, England.
- Brandege, T.S. (1911) *Linum macradenium*. *University of California Publications in Botany* 4: 181.
- Buchanan, H. & Graybosch, R. (1981) Revised checklist of the vascular plants of Bryce Canyon National Park, Utah. *The Great Basin Naturalist* 41: 109-120.
- Burgos-Hernández, M. & Castillo-Campos, G. (2019) Contribución al conocimiento del género *Linum* (Linaceae) en Veracruz, México. *Acta Botanica Mexicana* 126: e1462. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1462>
- Burgos-Hernández, M. & Castillo-Campos, G. (2020) Flora de Veracruz. Linaceae. Fascículo 187. *Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver.*
- Caballero, J. & Cortés, L. (2001) Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. En: Rendón, B., Rebollar, S., Caballero, J. & Martínez, A.M. (eds.). *Plantas, cultura y sociedad*. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI. México, DF: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 79-100 pp.

- Casas, A., Pickersgill, B., Caballero, J. & Valiente-Banuet, A. (1997) Ethnobotany and the process of domestication of the xoconochtli *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacan Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* 51: 279-292. <https://www.jstor.org/stable/4255968>
- Chamisso, L.K.A. & Schlechtendal, D.F.L. (1830) *Linum schiedeanum*. *Linnaea* 5: 234.
- Chamisso, L.K.A. & Schlechtendal, D.F.L. (1830) *Linum tenellum*. *Linnaea* 5: 235.
- Chester, P.I. & Raine, J.I. (2001) Pollen and spore keys for Quaternary deposits in the northern Pindos Mountains, Greece. *Grana* 40: 299-387. <https://doi.org/10.1080/00173130152987535>
- Chiang, F., Dávila, P. & Villaseñor, J.L. (1994) Panorama actual de la taxonomía vegetal en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 55: 17-20. <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1442>
- Christenhusz, M.J.M. & Byng, J.W. (2016) The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa* 261: 201-217. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- CITES (2021) *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*. <https://cites.org/esp/disc/species.php> (consultado agosto de 2021).
- CONABIO (2012) *Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-2030*. México, D.F. Pp. 48-50.
- CONABIO (2021) *Índice de Impacto Humano en la Biodiversidad Terrestre*. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/indihum14gw.html> (consultado en noviembre de 2021).
- Contreras-Toledo, A.R., Cortés-Cruz, M., Costich, D.E., Rico-Arce, M.L., Brehm, J.M. & Maxted, N. (2019) Diversity and conservation priorities of crop wild relatives in Mexico. *Plant Genetic Resources* 1–11. <http://doi.org/10.1017/S1479262118000540>
- Crawford, P.H. & Crawford, P.T. (2005) Additions to the flora of Garvin County, Oklahoma: including a complete vascular plant checklist. *Oklahoma Native Plant Record* 5: 73-97.
- Damayanthi, Y. & Lown, J.W. (1998) Podophyllotoxins: current status and recent developments. *Current Medical Chemistry* 5: 205-52. <http://doi.org/10.1001/chin.199834318>
- Delgadillo, J. (1998) *Florística y Ecología del Norte de Baja California*. México: Universidad Autónoma de Baja California. ISBN: 9637326778.
- De-Nova, J., González-Trujillo, R., Castillo-Lara, P., Fortanelli-Martínez, J., Mora-Olivo, A. & Salinas-Rodríguez, M.M. (2019) Inventario florístico de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences*, 97: 761-788.
- Díaz, S., Kattge, J., Cornelissen, J.H.C., Wright, I.J., Lavorel, S., Dray, S., Reu, B., Kleyer, M., Wirth, C., Prentice, I.C., Garnier, E., Bönsch, G., Westoby, M., Poorter, H., Reich, P.B., Moles, A.T., Dickie, J., Gillison, A.N., Zanne, A.E., Chave, J., Wright, S.J., Sheremet'ev,

- S.N., Jactel, H., Baraloto, C., Cerabolini, B., Pierce, S., Shipley, B., Kirkup, D., Casanoves, F., Joswig, J.S., Günther, A., Falczuk, V., Rüger, N., Mahecha, M.D. & Gorné, L.D. (2015) The global spectrum of plant form and function. *Nature* 529: 167-171. <http://doi.org/10.1038/nature16489>
- Diederichsen, A. (2019) A Taxonomic View on Genetic Resources in the Genus *Linum* L. for Flax Breeding. *En: Cullis, C. (eds.). Genetics and Genomics of Linum. Plant Genetics and Genomics: Crops and Models, vol 23. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-23964-0_1
- Dressler, S., Repplinger, M. & Bayer, C. (2014) Linaceae. *En: Kubitzki, K. (ed.). The families and genera of vascular plants. Volume XI. Flowering Plants Eudicots. Malpighiales. Springer. Germany. pp. 237-246.* <http://doi.org/10.1007/978-3-642-39417-1>
- Du, T., Zhao, C. & Liu, J. (2017) The pollen of *Solanum* L. and its systematic significance. *Palynology* 42: 291-310. <https://doi.org/10.1080/01916122.2017.1346527>
- Dulberger, R. (1981) Dimorphic exine sculpturing in three distylous species of *Linum* (Linaceae). *Plant Systematics and Evolution* 139: 113-119. <https://doi.org/10.1007/BF00983926>
- Dwivedi, S.L., Ceccarelli, S., Blair, M.W., Upadhyaya, H.D., Are, A.K. & Ortiz, R. (2016) Landrace germplasm for improving yield and abiotic stress adaptation. *Trends in Plant Science* 21: 31-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2015.10.012>
- Engelmann, G. (1848) *Linum aristatum*. *Memoir of a Tour to Northern Mexico* 101.
- Engelmann, G. (1850) *Linum rupestre*. *Boston Journal of Natural History* 6: 232.
- Erdtman, G. (1960) The acetolysis method, a revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Erdtman, G. (1964) Palynology. *En: Turrill, N.B. (eds.). Vistas in Botany 4. Recent Researches in Plant Taxonomy, Oxford, London: Pergamon Press. Pp. 23-54.*
- Erdtman, G. (1966) Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Second edition. Hafner Publishing Company, United Kingdom. 539 pp.
- ESRI (2014) *ArcMap: version 10.2*. Redlands, USA: Environmental Systems Research Institute. <https://www.esri.com/about/newsroom/arcnews/the-arcgis-platform-in-2014/>
- FAO (2018) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Ferrer-Gallego, P.P. (2014) Typification of two linnaean names of genus *Linum* L.: *L. maritimum* and *L. narbonense* (Linaceae). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biológica* 108: 103-106.
- Flora of North America Editorial Committee (eds.). (2016) *Flora of North America North of Mexico*. New York y Oxford. Vol. 12, Magnoliophyta: Vitaceae to Garryaceae. <http://www.efloras.org/>

- Gray, A. (1865) Characters of some new plants of California and Nevada, chiefly from the collections of Professor William H. Brewer, Botanist of the State Geological Survey of California and of Dr. Charles L. Anderson, with revisions of certain genera or groups. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 6: 519–556.
- Greene, E.L. (1881) *Linum neomexicanum*. *Botanical Gazette* 6: 183.
- Gutiérrez-García, G. & Ricker, M. (2019) Influencia del clima en el crecimiento radial en cuatro especies de coníferas en la Sierra de San Antonio Peña Nevada (Nuevo León, México). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: e902676.
- Guzmán-Lucio, M.A., Wendt, T., Simpson, B., Alvarado-Vázquez, M.A., Foroughbakhch-Pournavab, R., González-Álvarez, M. & Rocha-Estrada, A. (2013) Listado florístico de especies anuales de floración invernal en el noreste de Nuevo León, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 884-893.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M. & Frosch-Radivo, A. (2018) *Illustrated Pollen Terminology*. Second Edition. Springer. Switzerland. Pp.4-5.
- Hammer, O., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2007) *PAST* Palaeontological Statistics, ver. 3.15. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Haq, S.M., Malik, A.H., Khuroo, A.A. & Rashid, I. (2018) Floristic composition and biological spectrum of Keran a remote valley of northwestern Himalaya. *Acta Ecologica Sinica* <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018.12.001>
- Harris, B.D. (1968) Chromosome numbers and evolution in North American species of *Linum*. *American Journal of Botany* 55: 1197-1204.
- He, G., Prakash, C.S. & Jarret, R.L. (1995) Analysis of genetic diversity in a sweet potato (*Ipomoea Batatas*) germplasm collection using DNA amplification fingerprinting. *Genome* 38: 938-945. <https://doi.org/10.1139/g95-123>
- Heller, A.A. (1896) *Linum puberulum*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 23: 627.
- Heller, A.A. (1898) *Linum australe*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 25: 627.
- Hesse, M. & Blackmore, S. (2013) Editorial: Preface to the Special Focus manuscripts. *Plant Systematics and Evolution* 299: 1011–1012. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0811-0>
- Hurtado-Reveles, L., Burgos-Hernández, M., Vázquez-Sánchez, M. & López-Acosta, J.C. (2022) Contribución al conocimiento florístico de la Sierra de los Cardos, Susticacán, Zacatecas, México. *Botanical Sciences* 100: 247-262. <https://doi.org/10.17129/botsci.2882>
- Hyde, H.A. (1955) Oncus, a new term in pollen morphology. *New Phytologist* 54: 255-257. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1955.tb06177.x>
- IUCN (2020) *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2019-3. <https://www.iucnredlist.org>

- Jepson eflora (2021) *Hesperolinon micranthum*. *Jepson Herbaria*, University of California, Berkeley. http://ucjeps.berkeley.edu/eflora/eflora_display.php?tid=28045
- Johnson, D. (2000) Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. International Thompson Editores. 566 pp.
- Judd, A. (1995) Flax-Some historical considerations. *En*: Cunnane, S. C. y L.U. Thompson (eds.). Flaxseed in human nutrition. AOCS Press. Champaign, USA. Pp. 1-10.
- Kluza-Wieloch, M., Maciejewska-Rutkowska, I. & Wysakowska, I. (2018) Comparitative Research of Pollen Morphology of Common Flax Cultivars (*Linum usitatissimum* L., Linaceae), *Journal of Natural Fibers* 15: 830-842. <https://doi.org/10.1080/15440478.2017.1369209>
- Kluza-Wieloch, M., Maciejewska-Rutkowska, I., Wójtowicz, W. & Wiland-Szymańska, J. (2015) Pollen morphology of rare species of *Linum* L. (Linaceae) from Poland. *Biodiversity Research and Conservation* 40: 1-12. <https://doi.org/10.1515/biorc-2015-0028>
- Kunth, K.S. (1823) *Linum mexicanum*. *Nova Genera et Species Plantarum* 6: 39.
- Lattar, E.C., Pire, S.M., Avanza, M.M. & Ferrucci, M.S. (2012) Pollen analysis in some species of Linaceae-Linoideae from Argentina. *Palynology* 36: 254-263. <https://doi.org/10.1080/01916122.2012.681812>
- Linnaeus, C. (1753) *Linum*. *Species Plantarum* 1: 277.
- Linnaeus, C. (1753) *Species Plantarum*. Laurentius Salvius, Stockholm, 1200 pp.
- Martínez-de la Cruz, I., Villaseñor, J.L., Aguilera-Gómez, L.I. & Rubí-Arriaga, M. (2018) Angiospermas nativas documentadas en la literatura para el Estado de México, México. *Acta Botanica Mexicana* 124: 135-237. <https://doi.org/10.21829/abm124.2018.1273>
- McDill, J.R. & Simpson, B.B. (2011) Molecular phylogenetics of Linaceae with complete generic sampling and data from two plastid genes. *Botanical Journal of the Linnean Society* 165: 64-83. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2010.01096.x>
- McDill, J.R. (2012) Linaceae. *En*: Baldwin BG, Goldman DH, Keil DJ, Patterson R, Rosatti TJ, Wilken DH (eds.) *The Jepson manual: Vascular plants of California*, 2nd ed., 865–868. University of California Press, Berkeley, California, USA.
- McDill, J.R., Replinger, M., Simpson, B. & Kadereit, J.W. (2009) The Phylogeny of *Linum* and Linaceae subfamily Linoideae, with implications for their systematics, biogeography, and evolution of heterostyly. *Systematic Botany* 34: 386-405. <https://doi.org/10.1600/036364409788606244>
- Morrone, J.J. (2006) Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology* 51: 467-494. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130447>

- Morrone, J.J. (2019) Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: e902980. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>
- Mosquin, T. & Hayley, D.E. (1967) Evolutionary relationships of the southernflorida populations of *Linum rigidum* (Linaceae). *Canadian Journal of Botany* 45:1277-1283.
- Nesom, G.L. (1983) New species of *Calochortus* (Liliaceae) and *Linum* (Linaceae) from northern Mexico. *Madroño* 30: 250-254. <https://www.jstor.org/stable/41426202>
- Ockendon, D.J. (1968) Biosystematic Studies in the *Linum* perenne Group. *New Phytologist* 67: 787-813. <https://www.jstor.org/stable/2430143>
- Ockendon, D.J. (1971) Cytology and pollen morphology of natural and artificial tetraploids in the *Linum* perenne group. *New phytologist* 70: 599-605. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1971.tb02561.x>
- O'Donnell, R. (2010) The genus *Hesperolinon* (Linaceae): An introduction. *The Four Seasons (Regional Parks Botanic Garden)* 13: 1–54.
- Perveen, A. & Qaiser, M. (2008) Pollen flora of Pakistan-Lix. Linaceae. *Pakistan Journal of Botany* 40: 1819-1822. [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/40\(5\)/01.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/40(5)/01.pdf)
- Planchon, J. (1848) *Linum cruciata*. *London Journal of Botany* 7: 499.
- Planchon, J. (1848) *Linum orizabae*. *London Journal of Botany* 7: 482.
- Planchon, J. (1848) *Linum scabrellum*. *London Journal of Botany* 7: 507.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. (2007) Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143:1–81. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>
- Pursh, F.T. (1813) *Linum lewisii*. *Flora Americae Septentrionalis* 1: 210.
- Ragho, K.S. (2020) Role of pollen morphology in taxonomy and detection of adulterations in crud drugs. *Journal of Plant Science and Phytopatology* 4: 24-27. <https://doi.org/10.29328/journal.jpasp.1001046>
- Reshmi, G.R. & Rajalakshmi, R. (2019) Systematic Significance of Pollen Morphology of the Genus *Acmella* Rich. (Heliantheae: Asteraceae). *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science* 43: 1469-1478. <https://doi.org/10.1007/s40995-018-0660-3>
- Rickard-Bon, S.E. & Thompson, L.U. (2003) The role of flaxseed lignans in hormone-dependent and independent cancer. *En: Muir AD, Westcott ND (eds.). Flax: the genus Linum*. Taylor and Francis. London, UK. Pp. 181-203.
- Rodríguez-Echeverry, J. & Leiton, M. (2021) Pérdida y fragmentación de ecosistemas boscosos nativos y su influencia en la diversidad de hábitats en el hotspot Andes tropicales. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 92: e923449.

- Rogers, C.M. & Xavier, K.S. (1971) Pollen morphology as an aid in determining relationships among some widely separated Old-World species of *Linum*. *Grana* 11: 55-57.
- Rogers, C.M. & Xavier, K.S. (1972) Parallel evolution in pollen structure in *Linum*. *Grana* 12: 41-46.
- Rogers, C.M. (1963) Yellow flowered species of *Linum* in eastern North America. *Brittonia* 15: 97-122.
- Rogers, C.M. (1964) *Linum australe* var. *glandulosum*. *Sida* 1: 336.
- Rogers, C.M. (1964) *Linum modestum*. *Rhodora* 66: 406.
- Rogers, C.M. (1964) Yellow-flowered *Linum* (Linaceae) in Texas. *Sida* 1: 328-336.
- Rogers, C.M. (1968) Yellow-flowered species of *Linum* in Central America and western North America. *Brittonia* 20: 107-135. <https://doi.org/10.2307/2805615>
- Rogers, C.M. (1969) Relationships of the North American species of *Linum* (flax). *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 96: 176-190.
- Rogers, C.M. (1975) Relationships of *Hesperolinon* and *Linum* (Linaceae). *Madroño* 23: 153-159.
- Rogers, C.M. (1980) Pollen dimorphism in distylous species of *Linum* sect. *Linastrum* (Linaceae). *Grana* 19: 19- 20.
- Rogers, C.M. (1981) A revision of the genus *Linum* in southern Africa. *Nordic Journal of Botany* 1: 711-722.
- Rogers, C.M. (1982) The Systematics of *Linum* sect. *Linopsis* (Linaceae). *Plant Systematics and Evolution* 140: 225-234.
- Rogers, C.M. (1982) The systematics of *Linum* sect. *Linopsis* (Linaceae). *Plant Systematics and Evolution* 140: 225-234.
- Rogers, C.M. (1984) A further note on the relationships of the European *Linum hologynum* and the Australian species of *Linum* (Linaceae). *Plant Systematics and Evolution* 147: 327-328.
- Rogers, C.M. (1984) *Linum berlandieri* var. *filifolium*. *North American Flora*, series 2, 12: 39.
- Rogers, C.M. (1984) *North American Flora*, series II. Linaceae. The New York Botanical Garden.
- Rogers, C.M. (1985) Pollen morphology in *Linum* sect. *Macrantholinum*. *Plant Systematics and Evolution* 149: 65-69.
- Rogers, C.M. (1985) Pollen morphology of the monotypic genus *Cliococca* (Linaceae). *Grana* 24: 121-123.
- Rogers, C.M., Mildner, R. & Harris, B.D. (1972) Some additional chromosome numbers in the Linaceae. *Brittonia* 24: 313–316.

- Rose, J.N. (1906) *Linum longipes*. *Contributions from the United States National Herbarium* 10: 117.
- Rose, J.N. (1906) *Linum nelsonii*. *Contributions from the United States National Herbarium* 10: 117.
- Rose, J.N. (1909) *Linum lasiocarpum*. *Contributions from the United States National Herbarium* 12: 274.
- Roskov, Y., Ower, G., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P.M, Bourgoin, T., DeWalt, R.E., Decock, W., Nieukerken, E. & Penev, L. (2020) *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*, 2020-02-24. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- Rouhan, G. & Gaudeul, M. (2014) Plant Taxonomy: A Historical Perspective, Current Challenges, and Perspectives. *En: Molecular Plant Taxonomy*. Besse P (ed.). pp. 1–37. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-767-9_1
- Ruiz-Martín, J., Santos-Gally, R., Escudero, M., Midgley, J.J., Pérez-Barrales, R. & Arroyo, J. (2018) Style polymorphism in *Linum* (Linaceae): a case of Mediterranean parallel evolution? *Plant Biology* 20: 100-111. <http://doi.org/10.1111/plb.12670>
- Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (1992) Linaceae. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes* 6: 1-22.
- Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (1994) Linaceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán* 5: 1-15.
- Saad, S.I. (1961) Pollen morphology and sporoderm stratification in *Linum*. *Grana palynologica* 3: 109-129.
- Saad, S.I. (1962) Palynological studies in the Linaceae. *Pollen et Spores* 4: 66-81.
- Salinas-Rodríguez, M.M. (2015) Conocimiento, manejo y conservación de la diversidad florística de la Sierra Madre Oriental, México [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León].
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halfpeter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S., de la Maza, J., Pisanty, I., Urquiza-Haas, T., Ruiz-González, S.P. & García-Méndez, G. (2017) *Capital natural de México*. Síntesis: Evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Pp. 22-25.
- Schmidt, T.J, Hematti, S., Klaes, M., Konuklugil, B., Mohagheghzadeh, A., Ionkova, I., Fuss, E. & Alfermann, A.W. (2010) Lignans in flowering aerial parts of *Linum* species – Chemodiversity in the light of systematics and phylogeny. *Phytochemistry* 71: 1714-1728. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.06.015>

- Schneider, A.C., Freyman, W.A., Williams, C.M., Springer, Y.P. & Baldwin, B.G. (2016) Pleistocene radiation of the serpentine-adapted genus *Hesperolinon* and other divergence times in Linaceae (Malpighiales). *American Journal of Botany* 103: 221-232. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500379>
- SEMARNAT (2010) *Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo*. Diario Oficial, 77 pp.
- Shapiro, S.S. & Wilk, M.B. (1965) An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika* 52: 591-611.
- Sharsmith, H.K. (1961) The genus *Hesperolinon* (Linaceae). *University of California Publications in Botany* 32: 235–314.
- Sheidai, M., Rahimi, S., Mehrabian, A.R., Koohdar, F. & Nourmohammad, Z. (2018) Species delimitation in *Epilobium* (sec. *Epilobium*, Onagraceae): morphological, molecular and palynological data. *Biologia* <https://doi.org/10.2478/s11756-018-0003-7>
- Shinners, L.H. (1949) *Linum rigidum* var. *filifolium*. *Field & Laboratory* 17: 136.
- Shirk, A.J., Cushman, S.A., Waring, K.M., Wehenkel, C.A., Leal-Sáenz, A., Toney, C. & Lopez-Sanchez, C.A. (2018) Southwestern white pine (*Pinus strobiformis*) species distribution models project a large range shift and contraction due to regional climatic changes. *Forest Ecology and Management* 411: 176-186.
- Singh, K.K., Mridula, D., Rehal, J. & Barnwal, P. (2011) Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51: 210-222. <https://doi.org/10.1080/10408390903537241>
- Small, J.K. (1907) *Hesperolinon micranthum*. *North American Flora* 25: 85.
- Small, J.K. (1907) *Hesperolinon*. *North American Flora* 25: 84.
- Small, J.K. (1907) Linaceae. *North American Flora* 25: 67–87.
- Small, J.K. (1907) *Linum pratense*. *North American Flora* 25: 69.
- Sosa, M.M. & Salgado, C.R. (2016) Valor taxonómico del polen en Scrophulariaceae *sensu lato*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 51: 299-321.
- Springer, Y.P. (2009) Do extreme environments provide a refuge from pathogens? A phylogenetic test using serpentine flax. *American Journal of Botany* 96: 2010-2021. <http://doi.org/10.3732/ajb.0900047>
- Stafford, M.J. (2011) Linaceae. *Flora Mesoamericana* 3:1-7.
- Stuessy, T.F. & Funk, V.A. (2013) New trends in plant systematics – Introduction. *Taxon* 62: 873–875. <https://www.jstor.org/stable/taxon.62.5.873>

- Stuessy, T.F. (1979) Ultrastructural data for the practicing plant systematist. *American Zoologist* 19: 621-635. <https://doi.org/10.1093/icb/19.2.621>
- Talebi, S.M., Farahani, F., Sheidai, M. & Noormohammed, Z. (2014) Palynological characteristics of the heterostylous subspecies of *Linum mucronatum* Bertol., *Collectanea Botanica* 33:e004. <https://doi.org/10.3989/collectbot.2013.v33.004>
- Talebi, S.M., Sheidai, M. & Noori, M. (2016) New record of *Linum austriacum* var. *album* from Iran. *Nusantara Bioscience* 8: 174-179. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080208>
- Talebi, S.M., Sheidai, M., Atri, M., Sharfinia, F. & Noormohammadi, Z. (2012) Palynological study of the genus *Linum* in Iran (a taxonomic review). *Phytologia Balcanica* 18: 293-303. http://www.bio.bas.bg/~phytolbalcan/PDF/18_3/contents.html
- Tao, Z.B., Wortley, A.H., Lu, L., Li, D.Z., Wang, H. & Blackmore, S. (2018) Evolution of Angiosperm Pollen. 6. The Celastrales, Oxalidales, and Malpighiales (Com) Clade and Zygophyllales. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 103: 393-442. <https://doi.org/10.3417/2018074>
- Thiers, B. (2022) *Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- Toledo, V.M. (2005) Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional? *Gaceta Ecológica* 77: 67-83.
- Tork, D.G., Anderson, N.O., Wyse, D.L. & Betts, K.J. (2019) Domestication of perennial flax using an ideotype approach for oilseed, cut Flower, and garden performance. *Agronomy* 9: 707-722. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110707>
- Toure, A. & Xu, X.M. (2010) Flaxseed lignans: source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bio-active components, and health benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9: 261-269. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00105.x>
- Ulloa-Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M.J., Bernal, R., Berry, P.E., Brako, L., Celis, M., Davidse, G., Forzza, R.C., Gradstein, S.R., Hokche, O., León, B., León-Yáñez, S., Magill, R.E., Neill, D.A., Nee, M., Raven, P.H., Stimmel, H., Strong, M.T., Villaseñor, J.L., Zarucchi, J.L., Zuloaga, F.O. & Jørgense, P.M. (2017) An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science* 358: 1614-1617.
- Ulrich, S., Hesse, M., Bröderbauer, D., Bogner, J., Weber, M. & Halbritter, H. (2013) *Calla palustris* (Araceae): New insights with special regard to its controversial systematic position and to closely related genera. *Taxon* 62: 701-712. <https://www.jstor.org/stable/taxon.62.4.701>
- Ulrich, S., Hesse, M., Bröderbauer, D., Wong, S.Y. & Boyce, P.C. (2012) *Schismatoglottis* and *Apoballis* (Araceae: Schismatoglottideae): A new example for the significance of pollen morphology in Araceae systematics. *Taxon* 61: 281-292. <https://www.jstor.org/stable/23210521>

- Uno, G.E. (1984) The Role of Persistent Sepals in the Reproductive Biology of *Linum pratense* (Linaceae). *Southwestern Association of Naturalists* 29: 429-433.
- Villaseñor, J.L. (2015) ¿La crisis de la biodiversidad es la crisis de la taxonomía? *Botanical Sciences* 93: 3-14.
- Villaseñor, J.L. (2016) Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 559-902.
- Villaseñor, J.L. (2018) Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences* 96: 332-358. <https://doi.org/10.17129/botsci.1872>
- Wagensommer, R.P., Bartolucci, F., Fiorentino, M., Licht, W., Peccenini, S., Perrino, E.V. & Venazoni, R. (2017) First record for the flora of Italy and lectotypification of the name *Linum elegans* (Linaceae). *Phytotaxa* 296: 161-170. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.296.2.5>
- Watson, S. (1888) *Linum pringlei*. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 23: 269.
- Winkler, H.J.P. (1931) *Linum elongatum*. *Die natürlichen Pflanzenfamilien, Zweite Auflage* 19a: 116.
- Winkler, H.J.P. (1931) *Linum flagellare*. *Die natürlichen Pflanzenfamilien, Zweite Auflage* 19a: 116.
- Wootton, E.O. (1898) *Linum vernale*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 25: 452.
- Xavier, K.S. & Rogers, C.M. (1963) Pollen morphology as a taxonomic tool in *Linum*. *Rhodora* 65: 137-145.
- Xavier, K.S. (1967) Taxonomic implications of electron and light microscopic studies of *Linum* pollen, Ph.D. dissert., Wayne State University.
- Xavier, K.S., Mildner, R.A. & Rogers, C.M. (1980) Pollen Morphology of *Linum*, Sect. *Linastrum* (Linaceae). *Grana* 19: 183-188. <https://doi.org/10.1080/00173138009425002>
- Yang, B., Zhou, S.S., Maung, K.W. & Tan, Y.H. (2017) *Reinwardtia glandulifera* (Linaceae), a new species from Kachin State, northern Myanmar. *Phytotaxa* 316: 297-300. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.316.3.10>
- Yilmaz, Ö. (2018) *Linum ayliniae* (Linaceae), a New Species from West Anatolia, Turkey. *Novon* 26: 174-179. <https://doi.org/10.3417/2018078>
- Zohary, D. & Hopf, M. (2000) *Domestication of plants in the Old World*. Oxford University Press. Oxford, UK. 316, pp.
- Zohary, D. (1999) Monophyletic vs. polyphyletic origin of the crops on which agriculture was founded in the Near East. *Genetic Resources and Crop Evolution* 46: 133-142. <https://doi.org/10.1023/A:1008692912820>