

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE *Dasyllirion* spp. (SOTOL) EN CHIHUAHUA, MÉXICO

Alicia Melgoza Castillo¹ y J. Santos Sierra Tristán¹

RESUMEN

Los sotoles (*Dasyllirion* spp.) son la materia prima para la elaboración de la bebida alcohólica del mismo nombre. Uno de los aspectos básicos en el aprovechamiento de una especie es su correcta determinación taxonómica. El objetivo de este trabajo fue identificar las especies de sotol en el estado de Chihuahua y hacer un análisis de los taxa citados en la literatura para la entidad. Se colectó un total de 85 ejemplares en 16 diferentes localidades. Las especies identificadas fueron: *Dasyllirion leiophyllum* var. *leiophyllum*, *D. leiophyllum* var. *glaucum*, *D. wheeleri*, *D. cedrosanum*, *D. sereke* y *D. durangense* las cuales, debido a la gran variabilidad existente, no se ajustaron a las descripciones taxonómicas. Con el fin de agruparlas con base en sus características específicas, se aplicó un análisis de componentes principales en el que se incluyeron 18 aspectos morfológicos de ejemplares femeninos. Los dos primeros componentes explicaron 52% de la variación. El primer componente principal estuvo integrado por el largo del eje floral del fascículo, la dirección de espinas y el largo de las ramillas florales, mientras que en el segundo se consideró el número de ramillas florales y el tamaño de brácteas. Los resultados muestran discrepancia en las especies registradas en otros trabajos, lo que probablemente responda a errores en la identificación, así como a la presencia de híbridos. La colecta de ejemplares completos en un gradiente continuo, además de la identificación mediante pruebas genéticas, es necesaria para esclarecer las especies, distribuciones y grado de hibridación en el género *Dasyllirion*.

Palabras clave: Chihuahua, *Dasyllirion* spp., descripción taxonómica, distribución geográfica, sotol, taxonomía.

Fecha de recepción: 12 de abril de 2004.

Fecha de aceptación: 23 de febrero de 2005.

¹ Campo Experimental La Campana, Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP.
Correo-e: alicia.melgoza@inifap.gob.mx

ABSTRACT

Dasyliirion spp. Known as "sotol" provides the raw material to produce the liquor with the same name. One of the first steps in order to exploit a species is to achieve its correct taxonomic identification. The purpose of this study was to determine the sotol species that grow in Chihuahua State and to analyze the taxa referred by literature. 85 examples from 16 different localities. The following species were found: *Dasyliirion leiophyllum* var. *Leiophyllum*, *D. leiophyllum* var. *glaucum*, *D. wheeleri*, *D. cedrosanum*, *D. sereke* and *D. durangense*, which did not quite adjust to the taxonomic description due to their high variability. In order to organize them into groups according to their specific characteristics, a principal components analysis was used in which 18 morphological aspects of female specimens were included. The two first components explained 52 per cent of the variation. The first component was made-up by the length of the fascicle floral axis, the orientation of the spines and the length of the floral branchlets, while in the second, the number of floral branchlets and the bract size were considered. Results show discrepancy in the species described in other works, which might be due to a mistaken identification, as well as to the hybrids. The collection of full examples on a continuous gradients in addition to the identification through genetic tests, it is necessary to recognize the species, their distribution and hybridization degree of the *Dasyliirion* genus.

Key words: Chihuahua, *Dasyliirion* spp., taxonomic description, geographic distribution, sotol, taxonomy.

INTRODUCCIÓN

Las plantas del género *Dasyliirion* son nativas del Desierto Chihuahuense y existen referencias de que han sido utilizadas como fuente de alimento o medicina por los pobladores de la región desde hace 7000 años (Bell y Castetter, 1941). En la actualidad, son la materia prima para la elaboración de la bebida alcohólica conocida como sotol, actividad de gran arraigo y tradición en el estado de Chihuahua (Tunnell y Madrid, 1988). El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial otorgó la protección a la denominación de origen Sotol a los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango (IMPI, 2002). También se puede extraer el azúcar inulina que es valiosa en la industria farmacéutica (Ibave *et al.*, 2001); por lo que *Dasyliirion* spp. constituye una de las prioridades de investigación nacional (SEP-CONACYT, 2001).

Como parte básica de cualquier estudio, la identificación taxonómica de la especie es de suma importancia, ya que de esta manera se asegura la identidad del material con el cual se trabaja, lo que facilita la comunicación entre productores y técnicos, además de dar confiabilidad al momento de aplicar los resultados.

El género *Dasyilirion* ha sido ubicado en diferentes familias botánicas, tales como: Bromeliaceae (Endlicher, 1842), Dracaeneae (Bentham, 1883), Liliaceae (Standley, 1920), Amaryllidaceae, Agavaceae (Hutchinson, 1934; Cronquist, 1981) y Nolinaceae (Dahlgren *et al.*, 1985). Sin embargo, no se había realizado un estudio filogenético para *Dasyilirion* y géneros cercanos, hasta el publicado por Bogler (1994, 1995). En este trabajo se analizó filogenéticamente al grupo *Liliiflorae*, que agrupa siete órdenes, 50 familias y 540 géneros; finalmente se ubicó al género *Dasyilirion* en la familia Nolinaceae, donde aparece más cercano al género *Nolina* y alejado de los taxa *Yucca* y *Agave*.

En una de las primeras publicaciones taxonómicas para México (Standley, 1920), se incluyen 16 especies de sotol (Cuadro 1), dato que se mantiene en otras investigaciones con información de usos de la flora (Conzatti, 1947; Martínez, 1979). En la última década del siglo XX, Bogler (1994, 1998) registró el mismo número de taxa, aunque renombró algunos en la categoría de variedad y propuso tres nuevas especies para México (Bogler, 1998).

Para el estado de Chihuahua, Standley (1920) reconoció, sin especificar las localidades de colecta, a *Dasyilirion leiophyllum* Engelman ex. Trelease y *D. wheeleri* Watson ex. Rothrock; Johnston (1977) citó a *D. stewartii* I. M. Johnston (sinonimia de *D. leiophyllum*) como endémica de la "Sierra del Diablo", en el municipio de Jiménez, Chih. En una publicación de COTECOCA (1978) se menciona *D. acrotriche* (Schiede ex. Schultes) Otto en pastizales medianos y bosques con encino, así como la presencia de otras especies no identificadas de sotol en pastizales halófilos, matorrales y bosques de pino. Marroquin *et al.* (1981) registraron a *Dasyilirion leiophyllum* y *D. texanum* Scheele para la zona este de Chihuahua. Laferrière (1994) incluyó *D. wheeleri* con las variedades *D. wheeleri* var. *durangense* (Trelease) Laferrière y *D. wheeleri* Watson ex Rothrock var. *wheeleri* en la región montañosa, colindante con Sonora. La especie *D. wheeleri* ha sido citado en el área del Cañón de Santa Elena (SEMARNAT, 1997).

Bogler (1994) acepta tres especies y dos variedades: *D. wheeleri*, *D. sereke* Bogler, *D. leiophyllum* var. *leiophyllum* Bogler y *D. leiophyllum* var. *glaucum* (I. M. Johnst.) Bogler. Olivas *et al.* (2001) registran en los municipios de Coyame y Ojinaga a *Dasyilirion leiophyllum* y *D. leiophyllum* var. *heteracanthum* (I.M. Johnst.) Bogler, en Casas Grandes a *D. gentryi* Bogler, *D. glaucophyllum* Bogler y *D. lucidum* Rose; mientras que para el municipio de Madera a *D. cedrosanum* Trelease y *D. wheeleri*.

Dadas las diferencias en el registro y aceptación de las especies de *Dasyilirion* para Chihuahua, se llevó a cabo una revisión florística del género en el estado y el análisis de los taxa citados en la literatura para la entidad.

Cuadro 1. Especies de sotol (*Dasyilirion* spp.) registradas para México.

Standley (1920)		Bogler (1994, 1998)	
Especie	Localidad	Especie	Localidad
<i>D. acrotriche</i> (Schiede ex Schultes) Otto	Ver., S.L.P., Qro., Hgo.	<i>D. acrotriche</i> var. <i>occidentalis</i> Bogler	Zac., Ags., Jal., Gto., Ags., S.L.P., Gto., Qro., Hgo., Edo. de México, Pue.
		<i>D. acrotriche</i> var. <i>parryanum</i> (Trelease) Bogler	
		<i>D. acrotriche</i> var. <i>acrotriche</i> Bogler	Hgo, Pue., Qro.
<i>D. berlandieri</i> S. Watson	N. L.	<i>D. berlandieri</i> var. <i>palaciosii</i> (Redowzki) Bogler	N.L., S.L.P., Tamps. N.L., Tamps.
		<i>D. berlandieri</i> var. <i>berlandieri</i> Bogler	S.L.P.
		<i>D. berlandieri</i> var. <i>longistylum</i> (MacBride) Bogler	
<i>D. cedrosanum</i> Trelease	Coah., Zac.	<i>D. cedrosanum</i> Trelease	Coah., Zac.
<i>D. durangense</i> Trelease	Dgo.	<i>D. durangense</i> Trelease	Dgo., Coah.
<i>D. glaucophyllum</i> Hook.	Hgo.	<i>D. gentryi</i> Bogler	Son.
<i>D. graminifolium</i> Zucc.	S.L.P.	<i>D. glaucophyllum</i> Hook.	Hgo.
<i>D. leiophyllum</i> Engelmann ex Trelease	Chih.	<i>D. leiophyllum</i> var. <i>glaucum</i> (I.M. Johnst.) Bogler	Coah., Chih.
		<i>D. leiophyllum</i> var. <i>leiophyllum</i> Bogler	

continúa ...

Cuadro 1, continuación...

<i>D. longissimum</i> Lem.	Tamps., Hgo., Qro.	<i>D. lucidum</i> Rose	Pue., Oax.
<i>D. longistylum</i> MacBride	S.L.P.	<i>D. miquihuanensis</i> Bogler	N. L., Tamps.
<i>D. lucidum</i> Rose	Pue.	<i>D. quadrangulatum</i> Bogler	N. L., Tamps.
<i>D. palmeri</i> Trelease	Coah.	<i>D. sereke</i> Bogler	Chih.
<i>D. parryanum</i> Trelease	S.L.P.	<i>D. serratifolium</i> (Karwinsky ex Schult.) Zucc.	Oax.
<i>D. serratifolium</i> (Karwinsky ex Schult.) Zucc.	Oax.	<i>D. simplex</i> Trelease	Dgo.
<i>D. simplex</i> Trelease	Dgo.	<i>D. texanum</i> Scheele	Coah.
<i>D. texanum</i> Scheele	Coah., N.L.	<i>D. treleasei</i> Bogler	S.L.P., Qro., Hgo.
<i>D. wheeleri</i> Watson ex Rothock	Chih.	<i>D. wheeleri</i> Watson ex Rothock	Chih., Son.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se hizo una colecta de ejemplares en las zonas donde no existían registros previos de herbario; en ellas se ubicaron 16 localidades distribuidas en 10 municipios (Cuadro 2) que comprenden las tres grandes comunidades vegetales con presencia de sotol en el estado: pastizales amacollados de los valles centrales, matorral desértico y las barrancas con rangos altitudinales de 1400 a 2000 m (Figura 1).

Las colectas se realizaron durante los períodos de floración de los años 2001 y 2002; los datos registrados por ejemplar fueron: fecha de colecta, localidad, tipo de vegetación, pendiente y altitud. El material botánico una vez identificado con

Cuadro 2. Localidades de colecta para las especies de *Dasyliirion* estudiadas.

Localidad/ Mpio.	Latitud N	Longitud W	Altitud (msnm)	Especie
La Campana/ Chihuahua	29° 16' 28	106° 24' 94	1813	<i>D. leiophyllum</i> var. <i>glaucum</i> (I.M. Johnst.) Bogler
Arco Iris/ Chihuahua	29° 16' 23	106° 23' 77	1640	<i>D. leiophyllum</i> Engelmann ex Trelease
Tanquecitos/ Coyame	29° 27' 61	105° 16' 72	1490	<i>D. leiophyllum</i> Engelmann ex Trelease
Casa Adobe/ Janos	30° 37' 56	108° 26' 53	1633	<i>D. wheeleri</i> Watson ex Rothrock
Las Lajas/ Gral. Trias	28° 14.36'	106° 20.48'	1760	<i>D. leiophyllum</i> Engelmann ex Trelease
Huapoca/ Madera	29° 11' 02	108° 19' 31	1359	<i>D. sereke</i> Bogler
Cañón San Carlos/ M. Benavides	29° 12' 81	106° 1.83'	1400	<i>D. leiophyllum</i> var. <i>glaucum</i> (I.M. Johnst.) Bogler
Tintero/ Buenaventura	29° 40' 08	107° 16' 47	1895	<i>D. cedrosanum</i> Trelease
San Lorenzo/ Buenaventura	29° 39' 04	107° 03' 05	1780	<i>D. wheeleri</i> Watson ex Rothrock
F. Magón/ Buenaventura	29° 40' 08	106° 52' 40	1851	<i>D. wheeleri</i> Watson ex Rothrock

continúa...

Cuadro 2, continuación...

El Morrión/ Aldama	28° 59.19	105° 34.72	1547	<i>D. leiophyllum</i> var. <i>leiophyllum</i> Bogler
Zavalza/ Jiménez	26° 53.18'	104° 31.22'	*	<i>D. leiophyllum</i> var. <i>glaucum</i> (I.M. Johnst.) Bogler
Sta. Ma. de Cuevas/ B. Domínguez	27° 54.0'	106° 20.8'	*	<i>D. leiophyllum</i> Engelmann ex Trelease
Estación Cebadillas/ Madera	29° 17' 54	108° 31' 28	1723	<i>D. sereke</i> Bogler
Flores Magón/ Buenaventura	29° 49' 39	107° 22' 41	1713	<i>D. cedrosanum</i> Trelease
Mesa La Encinosa/ Madera	29° 04' 21	108° 12' 32	1820	<i>D. durangense</i> Trelease

* Datos no tomados.

las claves taxonómicas disponibles para el género (Standley, 1920; Bogler, 1994), se herborizó e incorporó al herbario del Campo Experimental La Campana del Centro de Investigación Regional Norte Centro del INIFAP, sito en el Km 80 de la carretera Ciudad Juárez – Chihuahua.

Con la finalidad de hacer la agrupación de los ejemplares colectados con base en su morfología y en sus dimensiones, se revisaron 27 ejemplares con inflorescencias, en los que se consideraron las siguientes 18 características: dirección de la espina, color de la espina, ancho y tipo del ápice de la hoja, ancho y largo de la base (vaina) de la hoja; en inflorescencias femeninas y masculinas se consideraron: el largo del eje floral, número de racimos por fascículo, largo del racimo, largo y ancho de la bráctea; y el largo y ancho del fruto. A las variables cualitativas se les asignó un valor categórico, antes de aplicarse un análisis de componentes principales (Digby y Kempton, 1991).

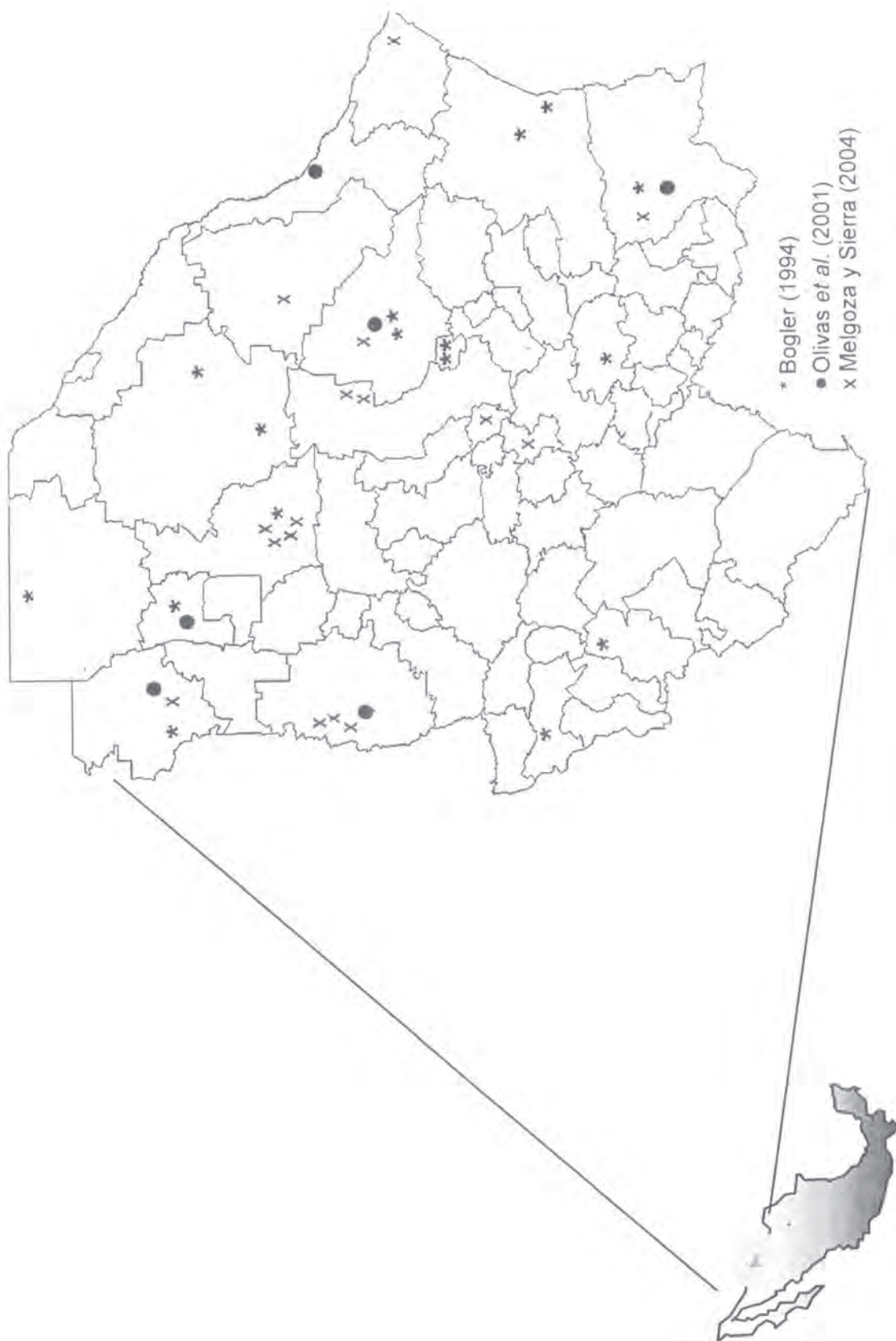


Figura 1. Sitios de colecta de ejemplares de sotol en el estado de Chihuahua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del género *Dasyllirion* Zuccarini

Plantas perennes, policárpicas, con tallos leñosos, algunas veces arborescentes, troncos cortos o elongados de hasta 3 m de alto. Hojas persistentes agrupadas en rosetas densas, fibrosas, angostas, de 30 a 170 cm de largo x 0.5 a 5 cm de ancho; las bases se ensanchan traslapándose entre sí, sus máximas dimensiones son de 11 cm de ancho x 20 cm de largo, márgenes con espinas de 1 a 3 mm de largo, curvadas, antrorsas o retorsas, raramente ausentes, ápices enteros o fibrosos formando un pincel, superficie de glauca a cerosa.

Inflorescencias paniculadas, racemosas, bracteadas, delgadas, de 1.5 a 5 m de largo; flores pequeñas, unisexuales, se presentan en fascículos de densos racimos insertados en las axilas de las brácteas. Las flores estaminadas con brácteas sésiles o cortamente pediceladas (1 mm), con 6 tépalos elípticos a obovados, verde amarillento, púrpura en el ápice, con 6 estambres; anteras de 3-4 mm de largo, exertas. Las flores pistiladas con brácteas membranosas, de 2-3 mm de largo, 2.5-3.5 mm de ancho, 6 tépalos en dos hileras, elípticos, obovados o espatulados, con denticulaciones en la punta, de color verde, amarillos o púrpura, lóbulos del estigma unidos a lo largo de los bordes formando un tubo de 1-3 mm de largo. El fruto es una cápsula, indehiscente, con una delgada cubierta trialada y una semilla.

La mayoría de los individuos observados en campo presentan un tallo muy corto; pocos ejemplares tuvieron menos de 1 m de alto, generalmente, crecen formando una sola roseta; sin embargo, en algunos casos se observan dos o más que brotan de una misma base. Es probable que se trate de varios individuos independientes procedentes de diferentes semillas, pero que al crecer se traslapan. Algunas plantas muestran rebrotes en la base, como un conjunto de hojas más tiernas que sobresalen entre las hojas maduras; éstas pudiesen corresponder a vástagos de la misma planta. Las hojas basales en ocasiones son cortadas por pequeños mamíferos, lo que favorece que se alargue la base del tallo y el tronco alcance hasta 1 m de alto. Los restos de las hojas se observan en el suelo, sin huellas de haber sido consumidas como forraje.

Especies de *Dasyllirion* identificadas y comparación con otros registros para Chihuahua

Se colectaron 85 ejemplares pertenecientes a cinco especies y dos variedades, los cuales quedaron depositados en el herbario del Campo Experimental La Campana, (Cuadro 2). El material revisado no correspondió cabalmente con las descripciones que Bogler (1994) menciona para cada especie; además el trabajo de Standley (1920) solamente incluye claves, por lo que no fue posible comparar

todas las características morfológicas de las especies identificadas con las citadas por Standley (1920). Cabe señalar que en la literatura se consigna la existencia de una gran variabilidad intraespecífica; así Bogler (1994) observó en *D. leiophyllum*, individuos en los cuales 31% de sus hojas tenían espinas dirigidas hacia abajo (retrosas), no obstante que dicho taxon está dentro del grupo de las especies con espinas retrosas. El autor también enfatiza la variabilidad que existe en las partes florales, así como en el tamaño del fruto.

Otra posible explicación a las diferencias morfológicas observadas en los individuos estudiados es la existencia de hibridación, por lo que es recomendable ampliar el área de colecta y realizar la caracterización genética de los ejemplares para determinar taxonómicamente las especies e híbridos, así como la distribución de las mismas; un factor adicional que pudo incidir en la falta de correspondencia entre el material colectado y lo citado en la bibliografía es la fase fenológica en la que se encontraba la planta al momento de la colecta.

Dasyllirion leiophyllum var. *glaucum*.- Hojas verde pálido, de 1.9 - 2.1 cm de ancho por 90 - 100 cm de largo; ápice entero, con la edad provisto de un mechón de fibras, semejantes a un pincel; superficie glauca, cerosa; margen con espinas robustas, entre 10 y 30% curvadas hacia la base, el resto rectas o curvadas hacia la punta. Inflorescencia robusta de 3-4 m de largo. Fascículos estaminados con 5 a 6 ramas sobre un eje central; ramas de 5 - 7 cm de largo. Fascículos pistilados con 6 - 8 ramas sobre un eje central de 0.7 - 1.5 cm de largo; largo de las ramas de 6 - 8 cm. Fruto obovado, de 4 - 4.2 mm de ancho y 6 mm de largo; con una muesca de 1 mm; estilo y estigma no rebasan la muesca; el estilo se hincha y se torna café claro en el fruto. Semillas de 2.5 mm de ancho por 2.5 mm de largo.

Dasyllirion leiophyllum var. *leiophyllum*.- Hojas verde brillante, de 1.2 a 2.3 cm de ancho y 90-107 cm de largo; margen con entre 10 y 50% de las espinas curvadas hacia la base; ápice fibroso cuando jóvenes y con la edad fibroso, parecido a un pincel. Flores estaminadas con tépalos de 1.8 - 2.0 mm de largo por 1 - 1.4 mm de ancho. Fascículos pistilados con 7 - 11 ramas, insertadas en un eje central de 1 - 3.4 cm de largo, ramas de 5.4 - 10.5 cm de largo. Fruto obovado de 3.5 - 4.5 mm de ancho por 6 - 7 mm de largo; muesca poco profunda de 0.3 - 1 mm, el estilo y estigma persistentes. Semillas de 2 mm de ancho por 2.4 mm de largo.

Dasyllirion wheeleri.- Hojas verde pálido, de 1.8 - 2 cm de ancho por 57 - 110 cm de largo; más del 90% de las espinas (antrosas) curvadas hacia la base; ápice entero o fibroso (pincel). Fascículos estaminados con 10 - 14 ramas sobre un eje central de 4 - 12 cm de largo. Fascículos pistilados con 7 - 18 ramas sobre un eje central de 1.7 - 4 cm de largo. Frutos casi redondos de 4 mm de ancho por 4.5 - 5 mm de largo; muesca de 1 - 1.4 mm; estilo y estigma persistentes, comúnmente incluidos en la muesca. Semillas de 3 mm de largo por 2.5 mm de ancho.

Dasyilirion cedrosanum.- Hojas verde pálido, de 1.5 - 2.1 cm de ancho por 75 - 120 cm de largo; espinas gruesas, más del 90% curvadas hacia la base. Fascículos estaminados con 5 - 7 ramas sobre un eje central de 1.7 - 3 cm, ramas de 3 - 6 cm de largo. Fascículos pistilados con 6 - 8 ramas sobre un eje central de 1 - 2 cm, 7 - 8 cm de largo. Frutos ovados de 6 - 7 mm de largo; muesca de 1 - 1.5 mm; estilo y estigma comúnmente persistentes e incluidos en la muesca. Semillas de 2.6 mm de ancho x 3 mm de largo.

Dasyilirion sereke.- Hojas de 1 - 1.5 cm de ancho por 75 - 96 cm de largo; más del 90% de las espinas curvadas hacia la base, amarillas con las puntas de color café; ápice entero. Fascículos estaminados compactos con 4 - 5 ramas sobre un eje central de 1.5 cm, ramas de 2.5 - 6.0 (8.0) cm, densamente arregladas sobre el eje. Fascículos pistilados con 6 - 10 ramas sobre un eje central de 2 - 4 de largo, largo de las ramas de 11 - 14 cm. Frutos de 7.5 mm de largo por 7 mm de ancho; muesca de 2 mm; estilo hinchado en el fruto; estilo y estigma incluidos en la muesca. Semillas de 3.5 mm de largo por 2.5 mm de ancho. Hojas, inflorescencia y fruto con partes color púrpura.

Dasyilirion durangense.- Hojas de 1.7 cm de ancho por 70 - 100 cm de largo; superficie verde opaca, cerosa; más del 90% de las espinas curvadas hacia la base; ápice entero. Fascículos estaminados con 5 - 6 ramas sobre un eje central de 3 cm, ramas de 6 cm de largo. Fascículos pistilados con 6 - 8 ramas sobre un eje central de 3.2 cm, ramas de 11 cm de largo. Frutos de obovados a redondos, de 6 - 8 mm de largo por 5 - 7 mm de ancho; muesca de 2 - 3 mm; estilo y estigma incluidos en la muesca, estilo hinchado en el fruto.

Los resultados del presente trabajo coinciden con Bogler (1994) en las especies *D. leiophyllum*, *D. wheeleri* y *D. sereke* (Cuadro 3); aunque este autor no incluye a *D. durangense* y *D. cedrosanum* como parte de la flora estatal, sí las localiza en los límites de Durango y Coahuila, con Chihuahua; además *D. cedrosanum* ha sido registrada por Olivas *et al.* (2001) para la misma región donde fue colectada en el presente trabajo y *D. durangense* en la zona de barrancas (Spellenberg *et al.*, 1996). Por otra parte, Laferrière (1991) no observó características suficientes para ubicar a nivel de especie a *D. durangense* y la identifica como *D. wheeleri* var. *durangense* y *D. wheeleri* var. *wheeleri*.

En el material colectado en las localidades muestreadas por Olivas *et al.* (2001), no se obtuvieron ejemplares de los siguientes taxa: *D. leiophyllum* var. *heteracanthum*, *D. lucidum*, *D. glaucophyllum* y *D. gentryi*; al respecto, Bogler (1994) cita *D. leiophyllum* var. *heteracanthum* como una sinonimia de *D. leiophyllum* var. *glaucum*. Las especies de *D. lucidum*, *D. glaucophyllum* y *D. gentryi* son registradas con distribuciones fuera del estado y sólo la última ha sido observada en Sonora, muy cerca de los límites con Chihuahua.

Cuadro 3. Especies de *Dasyliirion* registradas para el estado de Chihuahua.

Bogler (1994)	Olivas <i>et al.</i> (2001)	Identificadas en este trabajo
<i>D. leiophyllum</i> var. <i>glaucum</i> (I.M. Johnst.) Bogler	<i>D. leiophyllum</i> Engelman ex Trelease	<i>D. leiophyllum</i> var. <i>glaucum</i> (I.M. Johnst.) Bogler
<i>D. leiophyllum</i> var. <i>leiophyllum</i> Bogler	<i>D. leiophyllum</i> var. <i>heteracanthum</i> (I.M. Johnst.) Bogler	<i>D. leiophyllum</i> var. <i>leiophyllum</i> Bogler
<i>D. sereke</i> Bogler	<i>D. wheeleri</i> Watson ex Rothrock	<i>D. sereke</i> Bogler
<i>D. wheeleri</i> Watson ex Rothrock	<i>D. cedrosanum</i> Trelease	<i>D. wheeleri</i> Watson ex Rothrock
	<i>D. gentryi</i> Bogler	<i>D. cedrosanum</i> Trelease
	<i>D. lucidum</i> Rose	<i>D. durangense</i> Trelease
	<i>D. glaucophyllum</i> Hook.	

D. glaucophyllum es una especie que ha sido colectada sólo en Hidalgo, donde constituye una población rara, por lo que la mayor parte del trabajo taxonómico para este taxon se ha realizado con base en material cultivado en un jardín botánico de Italia. Bogler (1994), a pesar de que la describe, no la incluye en sus claves taxonómicas; en tanto que *D. lucidum* presenta una distribución hacia el sur de México, que incluye los estados de Puebla y Oaxaca.

Trabajos en áreas adyacentes a Chihuahua como la flora de Coahuila (Villarreal, 2001), consigna las especies: *D. cedrosanum*, *D. heteracanthum*, *D. leiophyllum* y *D. texanum* con registros para los municipios limítrofes con Chihuahua. En la flora de Texas, Correll y Johnston (1970) incluyen a *D. heteracanthum*, *D. leiophyllum*, *D. texanum* y *D. wheeleri*. Powell (1988) registra a *D. wheeleri*, *D. texanum*, *D. leiophyllum* y *D. heteracanthum* en el listado florístico para la región del Trans-Pecos, Texas y amplía la distribución de esos taxa hasta el estado de Chihuahua.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (Figura 2) agrupó a los ejemplares en las especies identificadas con base en 13 características morfológicas. Los primeros dos componentes explicaron 52% de la variación. El primero estuvo integrado por el promedio entre la dirección de la espina del margen de las hojas, la longitud del eje floral y la longitud de los racimos. El segundo fue un contraste entre color de la espina y número de racimos, contra largo y ancho de las brácteas.

Del análisis resultaron dos grupos, uno constituido por los individuos pertenecientes a *Dasyliiron cedrosanum*, *D. wheeleri*, *D. sereke* y *D. durangense*; con las siguientes características: espinas hacia arriba, longitud del eje floral mayor a 2.24 cm y racimos con longitud superior a 6.7 cm. La separación entre especies dentro de este grupo se basó en el número de racimos, color de la espina y el tamaño (largo y ancho) de las brácteas. El ejemplar identificado como *D. durangense*, presentó las brácteas más grandes (>6.7 cm de largo y >1.9 cm de ancho), pero con menos de nueve racimos; las espinas fueron de un color crema - amarillento.

El material correspondiente a *D. sereke* mostró valores de número de racimos (9) y tamaño de las brácteas (6.7 cm) cercanos al promedio; mientras que las brácteas en *D. wheeleri* fueron ligeramente inferiores a la media, pero con un mayor número de racimos. Por último en *D. cedrosanum* se observaron los menores tamaño de brácteas y las cantidades más altas de racimos, con color de espinas naranja - rojizas.

El otro grupo quedó integrado por la especie *D. leiophyllum* con sus dos variedades, las que se caracterizaron por presentar espinas hacia abajo, eje floral inferior a 2.23 cm y racimos con una longitud inferior a 6.68 cm. Los ejemplares de *D. leiophyllum* var. *glaucum* tuvieron las dimensiones más pequeñas.

CONCLUSIONES

Para el estado de Chihuahua se identificaron cinco especies y dos variedades del género *Dasyliiron*: *D. leiophyllum* var. *leiophyllum* y *D. leiophyllum* var. *glaucum*, *D. wheeleri*, *D. cedrosanum*, *D. sereke* y *D. durangense*.

Las características de las especies *D. sereke*, *D. cedrosanum* y *D. durangense* no correspondieron, en su totalidad, a las consideradas en las claves de Bogler (1994).

D. lucidum y *D. glaucophyllum*, registradas previamente para el municipio de Casas Grandes, no fueron localizadas durante el desarrollo del presente estudio.

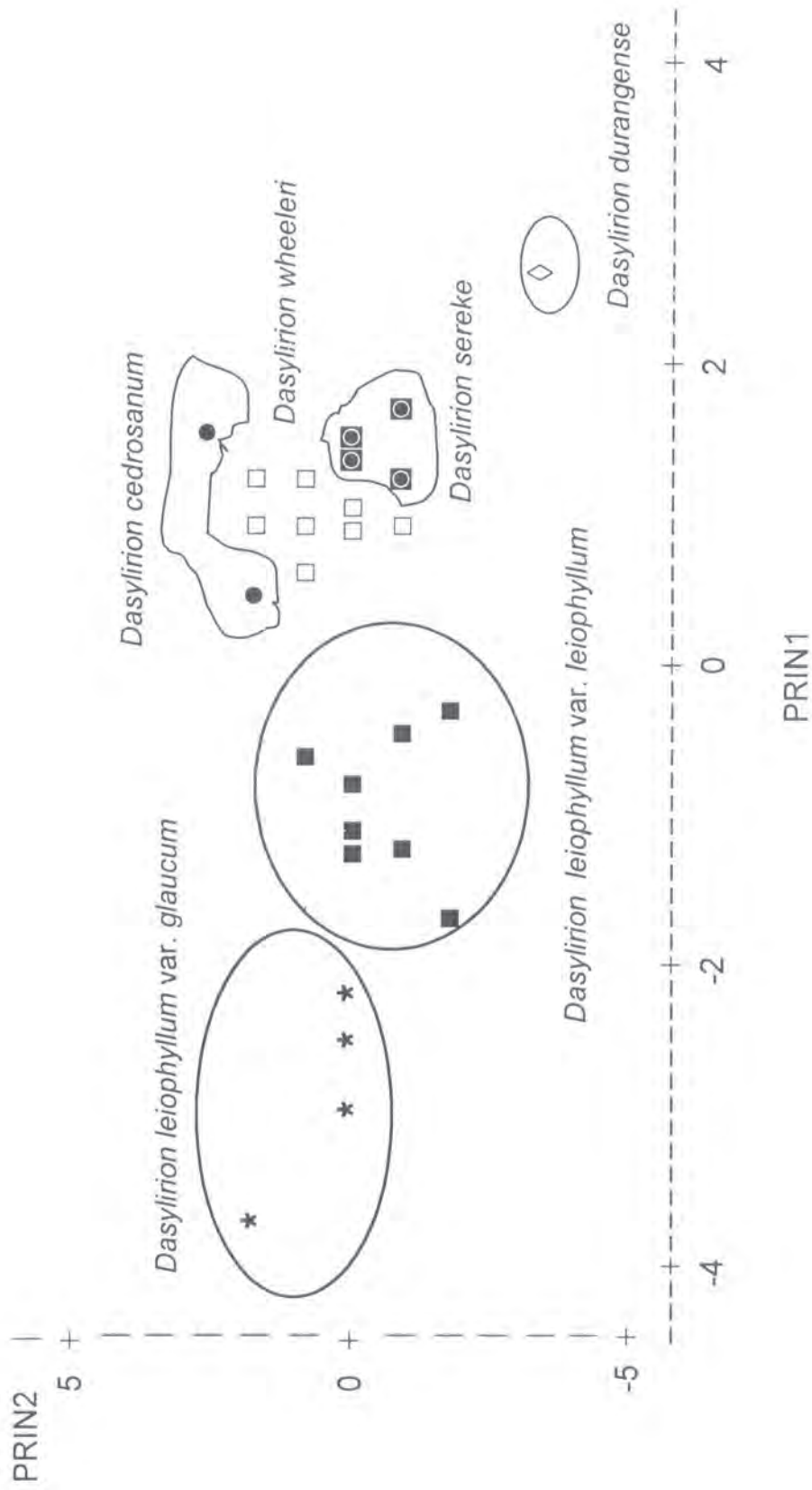


Figura 2. Agrupación de las especies de sotol colectadas en el estado de Chihuahua con base en 18 características morfológicas y análisis de componentes principales.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Sistema Regional de Investigación Francisco Villa (SIVILLA), clave 200004600 y a la Fundación Produce Chihuahua, A. C. por el financiamiento del proyecto otorgado al Dr. J. Santos Sierra Tristán.

REFERENCIAS

- Bell W., H. y E. F. Castetter. 1941. Ethnobotanical studies in the american southwest. VII. The utilization of yucca, sotol, and beargrass by the aborigines in the american southwest. The University of New Mexico Bulletin. Vol. 5 No. 5. University of New Mexico Press. 74 p.
- Bentham, G. y J. D. Hooker. 1883. Genera Plantarum. Vol. III. Part 2. Reeve, Londres. 432 p.
- Bogler D., J. 1994. Taxonomy and phylogeny of *Dasyllirion* (Nolinaceae). Dissertation. The University of Texas at Austin. 583 p.
- Bogler D., J. 1995. Systematics of *Dasyllirion*: Taxonomy and molecular phylogeny. Bol. Soc. Bot. Méx. 56:69-76.
- Bogler D., J. 1998. Three new species of *Dasyllirion* (Nolinaceae) from Mexico and a clarification of the *D. longissimum* complex. Brittonia 50:71-86.
- Comisión Técnica Consultiva Para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1978. Memoria del estado de Chihuahua. SARH. México, D. F. 151 p.
- Conzatti, C. 1947. Flora taxonómica mexicana. Tomo II. Soc. Mex. de Historia Natural. México, D. F. 220 p.
- Correll D., S. and M. C. Johnston. 1970. Manual of the Vascular Plants of Texas. Texas Research Foundation. 1881p.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. NY. Bot. Gard., Columbia Univ. Press. 842 p.
- Dahlgren R., M., H. T. Clifford and P. F. Yeo. 1985. The families of the monocotyledons. Springer-Verlag, Berlin, 520 p.
- Digby P., G. N. y R. A. Kempton. 1991. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman & Hall. Londres, 205 p.
- Endlicher S., L. 1842. Genera plantarum secundum ordines naturale disposita. Viena. 1123 p.
- Hutchinson, J. 1934. The families of flowering plantas. Vol. II. Monocotyledons. Clarendon Press, Oxford. 532 p.
- Ibave F., J., J. L. Ibave, M. G. López e I. Díaz de la Garza. 2001. Generación de tecnologías para la extracción de inulina y su estudio prospectivo de mercado. In: Memorias. III Foro Estatal Sivilla-Chihuahua. SEP-CONACyT. Gob. del Edo. de Chihuahua. Chihuahua, Chih. pp. 177-179.
- Instituto Mexicano de Protección Industrial. 2002. www.impi.gob.mx/web/docs/marco_j/sotol.htm

- Johnston M., A. 1943. *Dasyliirion stewartii* var. *glaucum*. J. Arnold Arb. 24:93.
- Johnston M., A. 1977. Brief resume of botanical, including vegetational, features of the Chihuahuan desert region with special emphasis on their uniqueness. *In*: Transactions of the symposium on the biological resources of the Chihuahuan desert region. Sul Ross State Univ. Alpine Tx. US Dep. Interior. pp. 335-359.
- Laferrière J., E. 1991. *Dasyliirion wheeleri* var. *durangense*: A new combination in the Nolinaceae. Ann. Missouri. Bot. Gard. 78:516-520.
- Laferrière J., E. 1994. Vegetation and flora of the Mountain Pima Village of Nabogame, Chihuahua, Mexico. Phytologia 77:102-140.
- Marroquín J., S., G. Borja, R. Velásquez y J. A. De la Cruz. 1981. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Publicación Especial No. 2. Inst. Nal. Invest. Forest. SARH. México, D. F. 166 p.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Ed. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 1220 p.
- Olivas G., J. M., J. I. Palma E., O. Jiménez M., J. Hernández S. y J. M. Chacón, S. 2001. Bases para el manejo sustentable del sotol (*Dasyliirion* spp.) en el desierto Chihuahuense. Memoria V. Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Soc. Mexicana de Rec. Forestales, A. C. Guadalajara, Jal. pp. 106-112.
- Powell A., M. 1988. Trees and Shrubs of Trans-Pecos Texas. Big Bend Natural History Association Inc. 548 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 1997. Programa de manejo del área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. México, D. F. 134 p.
- SEP-CONACyT. 2001. Prioridades del sector agropecuario y forestal para la formulación de proyectos integrales. Compilación. Sistema de Investigación Francisco Villa. Delegación Regional Norte Centro. Chihuahua, Chih. 153 p.
- Spellenberg, R., T. Lebgue and R. Corral-Díaz. 1996. A specimen – based annotated checklist of the vascular plants of the Parque Nacional "Cascada de Basaseachic" and adjacent areas, Chihuahua, Mexico. *In*: Listados Florísticos de México. Publicación No. 4461. Inst. de Biología. México, D. F. 103 p.
- Standley, P. C. 1920. Trees and shrubs of Mexico. Contributions from the United States National Herbarium. Vol. 23. Part 1. Washington, DC. 169 p.
- Tunnell, C. and E. Madrid. 1988. Making and taking sotol in Chihuahua and Texas. *In*: A. Hollander, R. Barlow, J. McGillivray and D. Schmidly (Eds.). Third Symposium on Resources of the Chihuahuan Desert Region. Alpine, Texas. pp. 145-163.
- Villarreal J., A. 2001. Listados florísticos de México. XXIII. Flora de Coahuila. Instituto de Biología-UNAM. México, D. F. 138 p.