



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE BOTÁNICA

**TAXONOMÍA DEL GÉNERO *Agave* L.
(ASPARAGACEAE: AGAVOIDEAE) EN
VERACRUZ, MÉXICO**

CARLOS RAFAEL ARZABA VILLALBA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2019

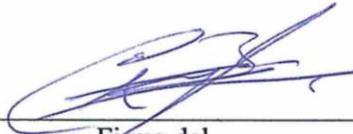
CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Carlos Rafael Arzaba Villalba, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser participe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Mario Luna Cavazos, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis

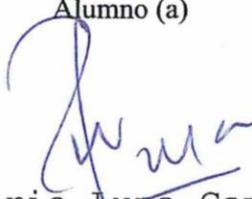
Taxonomía del género Agave L. (Asparagaceae: Agavoideae) en Veracruz, México

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 19 de junio de 2019



Firma del
Alumno (a)



Dr. Mario Luna Cavazos
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: Taxonomía del género *Agave* L. (Asparagaceae: Agavoideae) en Veracruz, México realizada por el (la) alumno (a): Carlos Rafael Arzaba Villalba bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO (A) EN CIENCIAS
BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO (A)



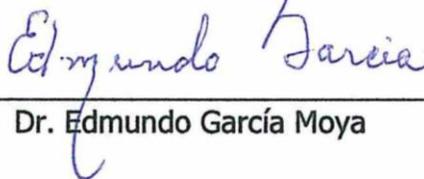
Dr. Marie Luna Cavazos

ASESOR (A)



Dr. Miguel de Jesús Cházaro Basáñez

ASESOR (A)



Dr. Edmundo García Moya

Montecillo, Texcoco, Estado de México, junio de 2019

TAXONOMÍA DEL GÉNERO *Agave* L. (ASPARAGACEAE: AGAVOIDEAE) EN VERACRUZ, MÉXICO

Carlos Rafael Arzaba Villalba, M. en C.
Colegio de Posgraduados, 2019

RESUMEN

La revisión taxonómica del género *Agave sensu stricto* en el estado de Veracruz, México es presentada. La variabilidad morfológica del género fue analizada, con objetivo de reconocer los caracteres que permitan la delimitación e identificación taxonómica de las especies del género. Se llevó al cabo un análisis multivariado de 29 poblaciones y 57 caracteres morfológicos que se sometieron a un análisis de agrupamiento por medio del procedimiento de pares de grupos no ponderados con media aritmética y el coeficiente de distancia euclidiana. Se emplearon 30 caracteres cuantitativos para un análisis de ordenación por componentes principales. Los caracteres de mayor importancia y que diferencian a las poblaciones según el análisis de ordenación son la longitud de la flor, del canalículo de la espina terminal, de la antera, de las brácteas del escapo, del tubo del perigonio, ancho del ovario, longitud del tépalo externo y del filamento del estambre. El análisis de agrupamiento permite reconocer con claridad los subgéneros *Agave* y *Littaea*. Se registraron 21 taxa presentes en Veracruz, que corresponden a 19 especies y un taxón indeterminado. El género se distribuye desde el nivel del mar hasta 2800 m de altitud, en todos los tipos de vegetación del estado excepto páramos. El subgénero *Littaea* contiene 15 taxa mientras que el subgénero *Agave* incluye seis. Cuatro especies se consideran endémicas de la entidad. Se presentan claves para la identificación de las especies de *Agave* en Veracruz, descripciones morfológicas de cada taxón registrado y mapas de su distribución geográfica conocida.

Palabras clave: Asparagales, análisis multivariado, riqueza, taxonomía, *Agave*, México

TAXONOMY OF GENUS *Agave* L. (ASPARAGACEAE: AGAVOIDEAE) IN VERACRUZ, MÉXICO

Carlos Rafael Arzaba Villalba, M. en C.
Colegio de Posgraduados, 2019

ABSTRACT

The taxonomic revision of the genus *Agave sensu stricto* in Veracruz State, México is presented. The morphological variability of the genus was analyzed in order to recognize the characters that allow delimitation and taxonomic identification of the species. A multivariate analysis was performed of 29 populations and 57 morphological characters subjected to a cluster analysis by means of the unweighted pair group with arithmetic mean procedure and the Euclidean distance coefficient. Thirty quantitative characters were used for a Principal Components Analysis (PCA). The most important traits differentiating populations according to PCA are flower length, length of the terminal spine canaliculus, anther length, length of the scape bracts, length of the perigonium tube, and width of the ovary, length of the outer tepal and of the filament of the stamen. In the cluster analysis we can clearly recognize the subgenera *Agave* and *Littaea*. In Veracruz, 21 taxa are registered, corresponding to 19 species and one undetermined taxon. The genus is distributed from sea level to 2800 m of altitude, in all vegetation types of the study area except alpine vegetation. The subgenus *Littaea* contains 15 taxa while the subgenus *Agave* include six. Four species are considered endemic to the State. Identification keys are presented for the *Agave* species, morphological descriptions of each registered taxon and maps of its known geographical distribution.

Key words: Asparagales, multivariate analysis, richness, taxonomy, *Agave*, México

Dedicado a
Reyna Elideth



De las innumerables plantas útiles con que la Providencia ha enriquecido al suelo del Imperio Mexicano, ocupa el Maguey un lugar distintivo...

Memoria sobre el maguey mexicano. Blásquez y Blásquez, 1865.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada.

Al Colegio de Postgraduados por brindarme esta gran oportunidad.

Agradezco al Dr. Mario Luna Cavazos por su total apoyo y consejo para llevar a cabo este proyecto.

Gracias especiales a mis asesores, Dr. Miguel de Jesús Cházaro Basáñez y Dr. Edmundo García Moya por sus aportaciones y sugerencias para enriquecer este trabajo.

A la Dra. Mireya Burgos Hernández por la revisión de la tesis.

Al M. en C. Ricardo Vega Muñoz por todas las facilidades prestadas en el Herbario-Hortorio CHAPA.

A mis colegas Antonio Francisco, Luis Rosales, Iván Mézquita e Iván Salas por su valioso apoyo durante las travesías en campo.

A mi Madre, Carlota Villalba, por su eterno apoyo y motivación para alcanzar mis metas.

Gracias a mi familia por su amor y cobijo en todo momento.

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
El género <i>Agave</i>	2
Objetivos.....	4
LITERATURA CITADA.....	5
CAPÍTULO I. ANÁLISIS FENÉTICO DEL GÉNERO <i>Agave</i> L. <i>sensu stricto</i> (ASPARAGACEAE: AGAVOIDEAE) EN VERACRUZ, MÉXICO	8
RESUMEN	8
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	9
Antecedentes.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Identificación preliminar de las poblaciones de <i>Agave</i> en Veracruz, México.....	13
Selección y determinación de caracteres	13
Análisis preliminar	15
Análisis de Agrupamiento	19
Análisis por Componentes Principales (ACP).....	20
RESULTADOS	20
Análisis de Agrupamiento	20
Análisis de Componentes Principales (ACP).....	23
DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIONES.....	29
LITERATURA CITADA.....	30
CAPÍTULO II. REVISIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO <i>Agave</i> L. <i>sensu stricto</i> (ASPARAGACEAE: AGAVOIDEAE) EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO ...	34
RESUMEN.....	34
ABSTRACT	34
INTRODUCCIÓN.....	34

Historia de los estudios taxonómicos de <i>Agave</i> en Veracruz	35
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
<i>Agave</i> L.....	38
Clave para la determinación de los subgéneros de <i>Agave</i> en Veracruz.....	39
Subgénero <i>Agave</i>	39
Clave para la determinación de las especies del subgénero <i>Agave</i> en Veracruz.....	40
<i>Agave angustifolia</i>	41
<i>Agave applanata</i>	45
<i>Agave atrovirens</i>	48
<i>Agave atrovirens</i> var. <i>mirabilis</i>	48
<i>Agave potatorum</i>	50
<i>Agave salmiana</i>	54
Clave para identificación de las subespecies de <i>Agave salmiana</i> en Veracruz	54
<i>Agave salmiana</i> subsp. <i>salmiana</i>	55
<i>Agave salmiana</i> subsp. <i>crassispina</i>	57
Subgénero <i>Littaea</i>	60
Clave para la determinación de las especies del subgénero <i>Littaea</i>	60
<i>Agave ellemeetiana</i>	62
<i>Agave ellemeetiana</i> subsp. <i>ellemeetiana</i>	62
<i>Agave filifera</i>	65
<i>Agave filifera</i> subsp. <i>filifera</i>	65
<i>Agave ghiesbreghtii</i>	67
<i>Agave gomezpompae</i>	70
<i>Agave horrida</i>	73
<i>Agave horrida</i> ssp. <i>perotensis</i>	73
<i>Agave jimenoii</i>	75
<i>Agave lecheguilla</i>	78
<i>Agave lophantha</i>	81
<i>Agave maria-patriciae</i>	85
<i>Agave obscura</i>	87

<i>Agave pendula</i>	90
<i>Agave striata</i>	94
<i>Agave warelliana</i>	96
<i>Agave wendtii</i>	99
<i>Agave</i> sp.....	101
LITERATURA CITADA.....	104
CONCLUSIONES.....	109
APÉNDICE	110

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Herbarios nacionales e internacionales consultados para la identificación de las poblaciones de <i>Agave</i> en Veracruz y para la cuantificación complementaria de caracteres morfológicos.	13
Cuadro 2. Poblaciones (UTO) y acrónimos empleados para el análisis fenético de las especies de <i>Agave</i> en Veracruz.	14
Cuadro 3. Caracteres cuantitativos seleccionados después del análisis preliminar y utilizados en el ACP.	16
Cuadro 4. Listado de caracteres cualitativos y sus estados de carácter empleados en el análisis de agrupamiento.	17
Cuadro 6. Porcentajes de varianza explicada y acumulada de los tres primeros componentes del ACP de las especies de <i>Agave s.s.</i> en Veracruz.	24
Cuadro 7. Correlación de los caracteres con los tres primeros componentes del ACP de las especies de <i>Agave</i> en Veracruz.	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación del género <i>Agave</i> en los subgéneros <i>Littaea</i> y <i>Agave</i> y sus 20 grupos según Gentry (1982).	2
Figura 2. Distribución geográfica de la subfamilia Agavoideae (Stevens, 2001).	3
Figura 3. Dendrograma derivado del análisis de agrupamiento de las especies de <i>Agave s.s.</i> en Veracruz por el método UPGMA usando el coeficiente de Distancia Euclidiana de una matriz de semejanza de 29 UTO × 57 caracteres morfológicos.....	22
Figura 4. Representación bidimensional de los componentes CP1 y CP2 del ACP de 29 UTO × 30 caracteres morfológicos cuantitativos de <i>Agave s.s.</i> en Veracruz.....	26
Figura 5. Representación bidimensional de los componentes CP1 y CP3 del ACP de 29 UTO × 30 caracteres morfológicos cuantitativos de <i>Agave s.s.</i> en Veracruz.....	27
Figura 6. Distribución conocida del género <i>Agave s.s.</i> en Veracruz.	40
Figura 7. <i>Agave angustifolia</i> . A. Hábito, B. Flores, C. Frutos y bulbilos, D. Roseta.....	44
Figura 8. <i>Agave applanata</i> . A. Hábito, B. Inflorescencia en desarrollo, C. Roseta.	46
Figura 9. Distribución de <i>Agave angustifolia</i> y <i>A. applanata</i> en Veracruz.....	47
Figura 10. <i>Agave atrovirens</i> var. <i>mirabilis</i> . A. Inflorescencia, B. Flores, C. Frutos inmaduros, D. Roseta.....	49
Figura 11. <i>Agave potatorum</i> . A. Roseta, B. Inflorescencias con frutos.	52
Figura 12. Distribución de <i>Agave atrovirens</i> var. <i>mirabilis</i> y <i>A. potatorum</i> en Veracruz. ..	53
Figura 13. <i>Agave salmiana</i> ssp. <i>salmiana</i> . A. Hábito, B. Flores, C. Rosetas en cultivo.....	56
Figura 15. Distribución de <i>Agave salmiana</i> subsp. <i>salmiana</i> y <i>A. salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i> en Veracruz.	59
Figura 14. <i>Agave salmiana</i> subsp. <i>crassispina</i> . A. Hábito, B. Inflorescencia con botones florales, C. Rosetas.	58
Figura 16. <i>Agave ellemeetiana</i> . A. Roseta, B. Flores (neotipo depositado en K, disponible en: http://apps.kew.org/herbcat/getImage.do?imageBarcode=K000524801)	64
Figura 17. <i>Agave filifera</i> . A. Roseta juvenil, B. Ejemplar examinado Hernández y Trigos 1201 (XAL), C. Neotipo (disponible en: https://www.biodiversitylibrary.org/item/3356#page/96/mode/1up)	67
Figura 18. Distribución de <i>Agave ellemeetiana</i> y <i>A. filifera</i> en Veracruz.....	66
Figura 19. <i>Agave ghiesbreghtii</i> . Hoja y frutos (Rivera et al., 5743 MEXU).....	69
Figura 20. <i>Agave gomezpompae</i> . A. Hábito, B. Flores, C. Frutos inmaduros. Tomado de Cházaro et al. (2010).....	71
Figura 21. Distribución de <i>Agave ghiesbreghtii</i> y <i>A. gomezpompae</i> en Veracruz.	72
Figura 22. <i>Agave horrida</i> ssp. <i>perotensis</i> . A. Hábito, B. Roseta, C. Flores.	74
Figura 23. <i>Agave jimenoii</i> . A. Hábito, B. Roseta, C. Flores (tomado de Cházaro et al., 2013).	77
Figura 24. Distribución de <i>Agave horrida</i> ssp. <i>perotensis</i> y <i>A. jimenoii</i> en Veracruz.	78
Figura 25. <i>Agave lechuguilla</i> . A. Hábito, B. Flores, C. Roseta.....	80
Figura 26. <i>Agave lophantha</i> . A. Hábito, B. Roseta, C. Flores.	83

Figura 27. Distribución de <i>Agave lechuguilla</i> y <i>A. lophantha</i> en Veracruz.....	84
Figura 28. <i>Agave maria-patriciae</i> . A. Hábito, B. Flores, C. Roseta.	86
Figura 29. <i>Agave obscura</i> . A. Hábito, B. Flores, C. Roseta.	89
Figura 30. Distribución de <i>Agave maria-patriciae</i> y <i>A. obscura</i> en Veracruz.....	90
Figura 31. <i>Agave pendula</i> . A. Hábito, B. Rosetas, C. Flores.	92
Figura 32. <i>Agave striata</i> . Ilustración de <i>A. striata</i> en Bot. Mag. t. 4950 disponible en https://www.biodiversitylibrary.org/item/14360#page/189/mode/1up , B. Ejemplar examinado (CITRO).	95
Figura 33. Distribución de <i>Agave pendula</i> y <i>A. striata</i> en Veracruz.....	96
Figura 34. <i>Agave warelliana</i> . A. Hábito, B. Detalle del isoneotipo (US) disponible en https://collections.nmnh.si.edu/search/botany/ , C. Parte de la inflorescencia (tomado de Cházaro et al., 2008).	98
Figura 35. <i>Agave wendtii</i> . A. Roseta, B-C. Inflorescencia, D. Flores. A y B tomadas de Cházaro (1997), C y D cortesía de Geoffrey Bowman.....	101
Figura 36. Distribución de <i>Agave warelliana</i> , <i>A. wendtii</i> y <i>A. sp.</i> en Veracruz.....	103
Figura 37. <i>Agave sp.</i> A. Hábito, B. Flores (tomado y modificado de Jimeno-Sevilla (2010), C. Roseta.....	102

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS LATINAS

!		Visto por el autor
≡		Idéntico, sinónimo nomenclatural
ca.	<i>circa</i>	Cerca de, alrededor de
ex cult.	<i>ex cultus</i>	Proveniente de cultivo
ibid.	<i>ibidem</i>	Lo mismo, en el mismo lugar
l.c.	<i>loco citato</i>	Citado en el mismo lugar
nom. confus.	<i>nomen confusum</i>	Nombre confuso
nom. illeg.	<i>nomen illegitimum</i>	Nombre ilegítimo
non	<i>non</i>	No, no confundir con
s.n.	<i>sine numero</i>	Sin número
s.l.	<i>sensu lato</i>	En sentido amplio
s.s	<i>sensu stricto</i>	En sentido estricto
sp.	<i>species</i>	Especie indeterminada
subsp.	<i>subspecies</i>	Subespecie
subg..	<i>subgenus</i>	Subgénero
t	<i>tabula</i>	Ilustración, figura
teste	<i>teste</i>	Según, de acuerdo con
var.	<i>varietas</i>	Variedad

INTRODUCCIÓN

México es el centro de origen y de diversificación de muchos recursos vegetales que fueron de gran importancia para el desarrollo de los pueblos originarios mesoamericanos y por herencia cultural, persisten como elementos representativos de la cultura mexicana actual. Algunos de estos recursos vegetales nativos de Mesoamérica son las diferentes especies de agaves, conocidos por el común como magueyes.

Ragiones varias de la República Mexicana son reconocidas por tener profundas relaciones históricas con diferentes especies del género *Agave* L., principalmente en la elaboración de bebidas alcohólicas como la zona pulquera del centro del país, la región centro-sur y sus destilados como mezcales o el estado de Jalisco en el Bajío y el tequila, ícono mexicano por excelencia en el mundo. Mención aparte merece la Península de Yucatán y su agitado pasado en la producción de fibras extraídas del henequén y el ixtle del norte de México.

El género *Agave* está incluido en la subfamilia Agavoideae dentro de la familia Asparagaceae (Chase et al., 2009) y contiene entre 200 y 269 especies en su distribución natural, desde el sur de los Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela y las islas del Caribe. Del total de especies del género, cerca del 80% se encuentran en territorio mexicano.

A pesar de que el género *Agave* se ha estudiado a detalle a nivel a partir del siglo XIX, algunas regiones consideradas pobres en cuanto al número de especies permanecen sin estudios actualizados que den certeza de su riqueza. Este es el caso de Veracruz, considerado uno de los estados con mayor riqueza biológica, ecológica y cultural del país, resultado de su situación geográfica, en el límite norte del trópico de Cáncer y por su compleja geología y orografía, que resulta en una variedad climática y edáfica única en México (Gómez-Pompa et al., 2010).

El presente trabajo se propone revisar la situación taxonómica del género *Agave* en el estado de Veracruz con miras en la actualización del conocimiento de éste taxón en la región de la costa del Golfo de México.

El género *Agave*

Linneo describió al género en 1753 y a partir de entonces el estudio de la sistemática de los agaves ha sido controversial. La ubicación taxonómica histórica del género incluyó diferentes familias botánicas como Amaryllidaceae (Bentham y Hooker, 1883; Baker, 1888; Trelease, 1920) y Agavaceae (Dumortier, 1829; Cronquist y Takhtajan, 1981; Thiede, 2001). La delimitación del género dependió de la inclusión o no de diferentes géneros “herbáceos” relacionados con *Agave* como *Manfreda* Salisb., *Polianthes* L. y *Prochnyanthes* S.Watson. El género se ha dividido en algunos subgéneros de acuerdo con su morfología. Gentry (1982) condensa la clasificación infragenérica en dos subgéneros: *Agave* y *Littaea* (Tagliabue) Baker y 20 grupos (secciones) que por tradición se usan para el estudio sistemático del género con base principal en sus caracteres florales, morfología vegetativa y distribución geográfica (Figura 1).

<i>Agave</i>			
	Subgen. <i>Littaea</i>	Subgen. <i>Agave</i>	
Grupos (secciones)	<i>Amolae</i>	<i>Americanae</i> <i>Rigidae</i>	
	<i>Choritepalae</i>	<i>Campaniflorae</i> <i>Salmianae</i>	
	<i>Filiferae</i>	<i>Deserticolae</i> <i>Sisalanae</i>	
	<i>Marginatae</i>	<i>Crenatae</i> <i>Umbelliflorae</i>	
	<i>Parviflorae</i>	<i>Ditepalae</i>	
	<i>Polycephalae</i>	<i>Hiemiflorae</i>	
	<i>Striatae</i>	<i>Marmoratae</i>	
	<i>Urceolatae</i>	<i>Parryanae</i>	

Figura 1. Clasificación del género *Agave* en los subgéneros *Littaea* y *Agave* y sus 20 grupos (Gentry, 1982).

El *Angiosperm Phylogeny Group* (APG) III (Chase et al., 2009; Stevens, 2001) ubicó al género dentro de la familia Asparagaceae Juss., clasificación que se ha mantenido sin cambios hasta la actualidad de acuerdo al APG IV (APG IV, 2016). Esta amplia, cosmopolita y heterogénea familia se integra por siete subfamilias. Una de ellas es Agavoideae Herbert, compuesta por 26 géneros y ca. 600 especies con distribución casi cosmopolita (Figura 2) y que a su vez se dividen en cinco tribus. Bajo esta clasificación, *Agave* se incluye dentro de la tribu *Agaveae* Dumortier. Esta tribu esta compuesta por el grupo ABK (Agavoideae Bimodal Karyotype) que contiene diez

géneros, *Agave* más *Beschoreria* Kunth, *Furcraea* Vent., *Hesperoyucca* (Engelm.) Baker, *Hesperaloe* Engelm., *Hosta* Tratt., *Manfreda*, *Polianthes*, *Prochnyanthes* y *Yucca* L. (Bogler et al., 2005; McKain et al., 2016).

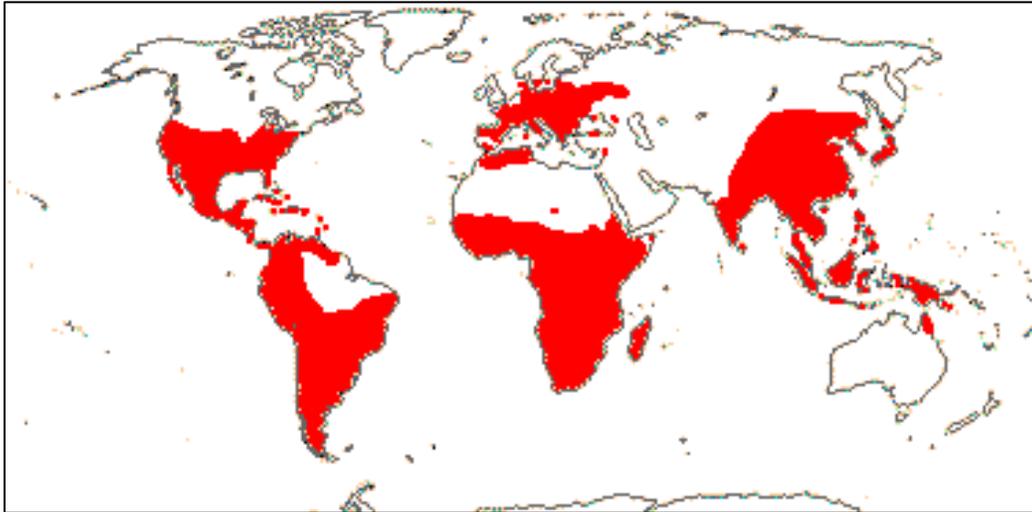


Figura 2. Distribución geográfica de la subfamilia Agavoideae (Stevens, 2001).

Las especies de estos géneros tienen 30 cromosomas bimodales, 25 cortos y 5 largos. Aunque con morfología heterogénea, por lo general, se pueden caracterizar por ser plantas rizomatosas, a veces caulescentes, rosetófilas u hojas en espiral, con frecuencia carnosas y con margen serrado, inflorescencia ramificada o flores en pares o en fascículos, ovario súpero o ínfero y semillas planas (Stevens, 2001). Derivado de estos análisis moleculares, se construye el concepto de *Agave sensu lato (s.s)* que engloba bajo el género *Agave* a otros tres géneros “herbáceos”: *Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyanthes* y que se considera como circunscripción natural del género (Eguiarte et al., 2000; Stevens, 2001).

La clasificación antes mencionada supone una interpretación confusa de los géneros involucrados. Los análisis citados emplean pocas especies para inferir filogenias y los resultados no son concluyentes. Algunos de los grupos propuestos tienen pocos o en algunos casos ningún carácter distintivo. Por tal razón, es necesario llevar a cabo mayor investigación a nivel molecular, morfológica, bioquímica y ecológica para lograr una mejor comprensión de la evolución del grupo y proponer una clasificación más adecuada (Eguiarte et al., 2000; Stevens,

2001; García-Mendoza, 2002, 2011; Chase et al., 2009). El presente trabajo utilizará el concepto tradicional del género que excluye a *Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyanthes*. Este concepto se denominará en lo sucesivo *Agave sensu stricto (s.s)* para diferenciarlo de la propuesta ampliada antes mencionada.

El género *Agave* contiene en la actualidad, ca. 269 nombres de taxa actualmente reconocidos en el Nuevo Mundo (Smith y Figueiredo, 2014). México contiene el 75% de las especies del género con ca. 160 especies, de las cuales 119 son endémicas (García-Mendoza, 2011; Villaseñor, 2016). Además de ser el centro de origen y diversificación, México es también el principal país en el aprovechamiento y gestión de especies de *Agave* (Colunga-GarcíaMarín et al., 2017). Los agaves han sido aprovechados por los grupos humanos desde hace miles de años, las plantas, sus órganos y derivados se han utilizado como alimento, combustible, material de construcción y medicinas; para elaboración de bebidas y obtención de fibras, entre otros más, tanto de especies silvestres como cultivadas (Agared, 2017).

En cuanto a su distribución y ecología, los agaves mexicanos crecen en un intervalo altitudinal entre el nivel del mar y 3 mil 400 m; son más abundantes entre mil y 2 mil m de altitud. Los matorrales xerófilos son los tipos de vegetación con la mayor riqueza de especies de *Agave*, mientras que en el bosque tropical perennifolio se encuentran solo tres especies (García-Mendoza, 2002).

Objetivos

General

- Llevar a cabo la revisión taxonómica del género *Agave* en el estado de Veracruz

Específicos

- Analizar la variabilidad morfológica de las especies de *Agave* en Veracruz a través de un estudio fenético
- Documentar la distribución de las especies de *Agave* en Veracruz
- Elaborar herramientas para la identificación de las especies de *Agave* en Veracruz

LITERATURA CITADA

- Agared (2017). *Panorama del aprovechamiento de los Agaves en México*. (A. C. Gschaedler, Ed.). Guadalajara, México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.
- The Angiosperm Phylogeny Group (APG), Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D.E., Mabberley, D.J., Sennikov A.N., Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <http://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Baker, J. G. (1888). Handbook of the Amaryllideae, 1888. Disponible en <http://www.biodiversitylibrary.org/item/52710>
- Bentham, G. y Hooker, J. D. (1883). *Genera plantarum :ad exemplaria imprimis in Herberiis Kewensibus servata definita /.* Londini : A. Black,. Disponible en <https://www.biodiversitylibrary.org/item/14690>
- Bogler, D. J., Pires, J. C., Francisco-Ortega, J., Pires, C. y Francisco-Ortega, J. (2005). Phylogeny of Agavaceae based on *ndhF*, *rbcL*, and its sequences: implications of molecular data for classification. *Aliso The Rancho Santa Ana Botanic Garden*, 22(1), 311–326. <http://doi.org/10.5642/aliso.20062201.26>
- Chase, M. W., Fay, M. F., Reveal, J. L., Soltis, D. E., Soltis, P. S., Peter, F., ... Kenneth, J. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 122–127.
- Colunga-García Marín, P., Torres-García, I., Casas, A., Figueredo-Urbina, C. J., Rangel-Landa, S., Delgado-Lemus, A., ... Carrillo-Galván, G. (2017). Los agaves y las prácticas mesoamericanas de aprovechamiento, manejo y domesticación. En A. Casas, J. Torres-Guevara y F. Parra-Rondinel (Eds.), *Domesticación en el Continente Americano vol. 2, Investigación para el manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo* (pp.

- 273–309). Morelia, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú).
- Cronquist, A. y Takhtajan, A. L. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. Disponible en <https://books.google.com.mx/books?id=EB6qflbmcwC>
- Dumortier, B. C. (1829). *Analyse des familles des plantes*. Tournay: Impr. de J. Casterman, Ainé. <http://doi.org/10.5962/bhl.title.443>
- Eguiarte, L. E., Souza, V., y Silva-Montellano, A. (2000). Evolución de la familia Agavaceae: Filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. *Botanical Sciences*, (66), 131–151. <http://doi.org/10.17129/botsci.1618>
- García-Mendoza, A. (2002). Distribution of *Agave* (Agavaceae) in Mexico. *Cactus and Succulent Journal*, 74(4), 177–187.
- . (2011). Agavaceae. En *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gentry, H. S. (1982). *Agaves of Continental North America*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Gómez-Pompa, A., Krömer, T. y Castro, R. (2010). *Atlas de la flora de Veracruz: un patrimonio natural en peligro*. México: Gobierno del Estado de Veracruz. Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana. Universidad Veracruzana.
- McKain, M. R., McNeal, J. R., Kellar, P. R., Eguiarte, L. E., Pires, J. C. y Leebens-Mack, J. (2016). Timing of rapid diversification and convergent origins of active pollination within agavoideae (Asparagaceae). *American Journal of Botany*, 103(10), 1717–1729. <http://doi.org/10.3732/ajb.1600198>
- Smith, G. F. y Figueiredo, E. (2014). State of our knowledge of online resources of the types of names of *Agave* L. (Agavaceae / Asparagaceae) with a list of names attributed to William Trelease, with notes on types, online resources and etymology. *Phytotaxa*, 170(4), 221–249.

<http://doi.org/10.11646/phytotaxa.170.4.1>

Stevens, P. F. (2001). Angiosperm Phylogeny Website, version 14. Disponible en <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>

Thiede, J. (2001). Agavaceae. In U. Egli (Ed.), *Illustrated Handbook of Succulent Plants, Monocotyledons* (pp. 5–102). Heidelberg: Springer.

Trelease, W. (1920). Amaryllidaceae. In *Contributions from the United States National Herbarium* (Vol. 23, p. 169). <http://doi.org/Doi 10.1038/Ejcn.2010.91>

Villaseñor, J. L. (2016). Revista Mexicana de Biodiversidad Checklist of the native vascular plants of Mexico nor, 87, 559–902. <http://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

CAPÍTULO I. ANÁLISIS FENÉTICO DEL GÉNERO *Agave* L. *sensu stricto* (ASPARAGACEAE: AGAVOIDEAE) EN VERACRUZ, MÉXICO

RESUMEN

La variabilidad morfológica del género *Agave* s.s. en Veracruz fue analizada, con objetivo de reconocer los caracteres que permitan la delimitación e identificación taxonómica de las especies del género. Se analizaron 29 poblaciones consideradas como Unidades Taxonómicas Operativas (UTO), a las cuales se cuantificaron 57 caracteres morfológicos como base para la construcción de una matriz de semejanza entre UTO con el Coeficiente de Distancia Euclidiana. Las UTO se agruparon con el procedimiento UPGMA. Se efectuó un análisis de ordenación por Componentes Principales para conocer la relación entre las unidades taxonómicas y estimar la importancia de las variables que mejor discriminan a los grupos formados. El análisis fenético permite reconocer 20 taxa de *Agave* s.s. correspondientes a 17 especies. Las variables de mayor importancia según el análisis de ordenación que diferencian a las poblaciones son: la longitud de la flor, del canalículo de la espina terminal, de la antera, de las brácteas del escapo, del tubo del perigonio, ancho del ovario, longitud del tépalo externo y del filamento del estambre.

ABSTRACT

The morphological variability of the genus *Agave* s.s. in Veracruz was analyzed, with the aim to recognize the characters that allow delimitation and taxonomic identification of the species of the genus. We analyzed 29 populations considered as Operational Taxonomic Units (OTU), to which 57 morphological characters were quantified as a basis for the construction of a similarity matrix between UTO and the Euclidean Distance Coefficient. The OTU were grouped with the UPGMA procedure. An analysis of ordination by Principal Components was carried out to know the relationship between the taxonomic units and to estimate the importance of the variables that best discriminate the formed groups. The phenetic analysis allows recognizing 20 taxa of *Agave* s.s. corresponding to 17 species. The most important variables according to the ordination analysis that differentiate the populations are: the length of the flower, the canalculus of the terminal

spine, the anther, the bracts of the scape, the perigonium tube, the width of the ovary, length of the outer tepal and the filament of the stamen.

INTRODUCCIÓN

El género *Agave* L., tiene su centro de origen y diversificación en México. Este género incluye diversas especies de importancia económico-cultural para sociedades antiguas y contemporáneas. Los estudios especializados en la florística, taxonomía y distribución de los agaves son relevantes como base para el desarrollo de investigaciones aplicadas en el aprovechamiento persistente de estos recursos vegetales nativos de nuestro país, asegurar la conservación de su riqueza y la preservación de los rasgos culturales asociados a estas plantas.

La riqueza y distribución de especies de *Agave* ha sido bien documentada en algunas regiones de México, tales como: la zona norte, centro y occidente del país. Sin embargo, otras zonas del territorio mexicano, consideradas pobres tanto en riqueza de especies como en tradiciones asociadas a los agaves, no cuentan con estudios taxonómicos recientes que evidencien el estado del conocimiento del género. En el estado de Veracruz existe una disparidad en los informes sobre la riqueza y distribución del género. La entidad veracruzana no cuenta con una revisión taxonómica y los informes disponibles no están actualizados.

Los objetivos del presente estudio son conocer y describir las especies del género *Agave* presentes en territorio veracruzano a través de un análisis fenético, analizar la variabilidad morfológica del género y reconocer los caracteres morfológicos que permitan la identificación taxonómica de los agaves de Veracruz.

Antecedentes

Las técnicas fenéticas o de taxonomía numérica proponen un análisis empírico, operativo y repetitivo de la clasificación de los grupos biológicos con base en su semejanza total, donde se antepone la predicción ante la intuición, para lo cual se utiliza el mayor número de caracteres

posibles (Sneath y Sokal, 1973; Crisci y López, 1983; Jones, 1987; Stuessy, 1990). Los estudios sistemáticos de la subfamilia Agavoideae/Agavaceae con el uso de atributos morfológicos se han abordado, en principio, desde una perspectiva intuitiva. En estos estudios, el número de caracteres utilizado es reducido y se seleccionan en función de la experiencia de los taxónomos.

Las herramientas fenéticas se han usado para resolver problemas taxonómicos en algunos géneros relacionados con *Agave sensu stricto*. En la península de Corea se identificaron seis especies del género *Hosta* Tratt. (Agavoideae/Agavaceae) en 45 poblaciones, a las cuales se cuantificaron 51 caracteres morfológicos. Este estudio se sustentó en un análisis de Componentes Principales (ACP) y de agrupamiento por el procedimiento de pares no ponderado con media aritmética (UPGMA por sus siglas en inglés) (Gi Chung et al., 1991).

Solano (2000) lleva al cabo un análisis fenético del género *Polianthes* L. (Agavoideae/Agavaceae) como parte del estudio sistemático del género y delimitó 14 especies, tres variedades y dos cultivares con base en el registro de 121 caracteres, 75 cualitativos y 46 cuantitativos con un ACP y un análisis de agrupamiento por el procedimiento UPGMA. Poulsen y Nordal (2005) reconocieron ocho especies, tres subespecies y tres variedades del género *Chlorophytum* Ker Gawl. (Agavoideae/Anthericeae) en África occidental, con un ACP y el empleo de 16 caracteres morfológicos, 10 cuantitativos y 6 cualitativos.

Castro-Castro et al. (2010) evaluaron la variación morfológica del género *Prochnyanthes* S. Watson (Agavoideae/Agavaceae), a través de un ACP de 544 ejemplares representativos de la distribución natural del género, a los cuales se les determinaron 29 caracteres morfológicos cuantitativos. Concluyeron que la variación morfológica que presentan los extremos del intervalo observado no es suficiente para identificar más de una especie (*P. mexicana* (Zucc.) Rose) del género.

Ritchie (2012) delimitó 29 especies y dos variedades del género *Manfreda* Salisb. (Agavaceae) mediante un ACP y un Análisis de Máxima Parsimonia en 855 ejemplares, a los cuales se les cuantificaron 58 caracteres morfológicos, 14 cuantitativos y 36 categóricos. Gutiérrez et al. (2017) analizaron la variabilidad morfológica de *Milla biflora* Cav. (Asparagaceae/Brodiaeoideae) y del resto de las 29 especies del género, para lo cual condujeron

una análisis de agrupamiento por el procedimiento UPGMA, así como un ACP en 42 caracteres morfológicos y anatómicos, 24 cualitativos y 18 cuantitativos.

Los estudios fenéticos relacionados con *Agave s.s.* se han centrado en la evaluación de la variabilidad morfológica a nivel de especies, complejos de especies o taxa domesticados de importancia económica. Colunga-García (1998) evaluó la variabilidad morfológica e isoenzimática relacionada con la domesticación del henequén (*A. fourcroydes* Lem.) y de ejemplares silvestres de *A. angustifolia* Haw., en 24 poblaciones en la Península de Yucatán, México. A través de un ACP y un análisis de agrupamiento UPGMA en una matriz de presencia y ausencia de 55 caracteres, complementado con evidencias etnobotánicas; se demuestra que las variedades cultivadas se diferencian de las poblaciones silvestres en cuatro síndromes de domesticación: gigantismo, mayor producción de fibras, menor presencia de espinas y menor capacidad reproductiva.

Rodríguez-Garay et al. (2009) exploraron la diversidad molecular y morfológica de dos especies de *Agave* de importancia económica: *A. tequilana* F.A.C.Weber cv. azul y *A. angustifolia* cv. lineño. Se construyó una matriz de asemejanza por pares con 30 caracteres cuantitativos y el uso del coeficiente de Distancia Euclideana; al caso se implementó un ACP, un análisis de agrupamiento UPGM y se llevó a cabo una amplificación aleatoria de ADN polimórfico (RAPD). Se pudieron diferenciar con base en morfología, las poblaciones de las dos especies en razón de los atributos de los dentículos y de la espina terminal.

Mora-López et al. (2011) estudiaron la variabilidad morfológica de las especies pulqueras de *Agave* de la Sección Salmianae en relación a su humanización en 62 muestras cultivadas o espontáneas en agostaderos del norte-centro de México y occidente de Guatemala, a las que se cuantificaron 48 atributos morfológicos. Se aplicó un ACP y se hizo un agrupamiento jerárquico con lo que se identificaron tres especies, una subespecie y tres variedades. Se observó una tendencia de domesticación hacia el aumento del tamaño de las rosetas y la reducción del tamaño y número de los dentículos.

Figueredo et al. (2014) analizaron procesos de selección artificial y divergencia fenotípica en poblaciones silvestres y cultivadas de *A. inaequidens* Koch y en poblaciones cultivadas de *A. hookeri* Jacobi. Cuantificaron 25 caracteres morfológicos en 13 poblaciones en Michoacán,

México. A través de un ACP y un análisis de conglomerados se pudieron separar los dos tipos de poblaciones de *A. inaequidens* y estas de las poblaciones de *A. hookeri* en función de caracteres relacionados con el tamaño de las plantas y de los denticulos, donde las plantas cultivadas de *A. inaequidens* son más grandes y con denticulos más largos que las silvestres mientras que *A. hookeri* presenta plantas más grandes, con hojas más largas y menos denticulos y de menor tamaño que *A. inaequidens*.

Parker et al. (2014) compararon la diversidad morfológica y genética de poblaciones cultivadas, en apariencia, fomentadas y silvestres de *A. parryi* Engelm. var., *parryi* y *A. parryi* var. *huachucensis* (Baker) Little ex L. D. Benson en el sureste de Arizona, Estados Unidos. Para el primer caso emplearon un análisis de varianza (ANOVA) para determinar la variación morfológica entre las poblaciones y, en adición, hicieron un análisis de agrupamiento por el método agrupamiento de vecinos para cuantificar nueve atributos morfológicos. Con lo anterior pudieron diferenciar las poblaciones silvestres y cultivadas o intervenidas; estas dos últimas tienden a la uniformidad de la morfología de las hojas y a la mayor producción de hijuelos basales.

Avendaño-Arrazate et al. (2015) evaluaron la morfología de *A. cupreata* Trel., en poblaciones silvestres y cultivadas del estado de Guerrero, México, para lo cual efectuaron un ACP y un análisis de conglomerados jerárquicos en 91 caracteres morfológicos, 54 cuantitativos y 37 cualitativos, e identificaron cinco grupos y proponen 37 descriptores varietales que identifican los ecotipos de *A. cupreata*, los cuales se pueden diferenciar por la variación en el hábito de crecimiento, altura de la roseta, longitud del tallo, forma de la hoja, forma del margen, número de costillas, ancho de la espina terminal, y longitud y grosor de la espina marginal.

Figueredo-Urbina et al. (2017) evalúan los patrones de divergencia morfológica y genética de tres especies de *Agave* de la Sección Crenatae A. Berger con el objetivo de analizar su ecología y posibles relaciones evolutivas. Para ello se estudiaron 24 poblaciones, 16 de *A. inaequidens*, cuatro de *A. cupreata* y cuatro de *A. hookeri* y se cuantificaron 39 caracteres morfológicos. Se efectuó un análisis de agrupamiento, un análisis de función discriminante y un análisis de varianza, los cuales, sumados a los análisis genéticos permiten diferenciar las poblaciones de los taxa en función del tamaño de las plantas, denticulos, espinas, flores y frutos y sustentan la hipótesis de relación evolutiva entre las tres especies estudiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación preliminar de las poblaciones de *Agave* en Veracruz, México

Una revisión intensiva a nivel internacional, nacional y regional de la literatura florística y taxonómica del género en estudio se llevó a cabo, con el propósito de localizar las poblaciones de *Agave* registradas para el estado de Veracruz. Además, se revisó el material pertinente depositado en las colecciones de los principales herbarios del país y locales, y las colecciones virtuales de algunos herbarios internacionales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Herbarios nacionales e internacionales consultados para la identificación de las poblaciones de *Agave* en Veracruz y para la cuantificación complementaria de caracteres morfológicos.

Herbario	Institución
A	Arnold Arboretum, Harvard University*
ARIZ	School of Plant Sciences, University of Arizona*
CHAPA	Colegio de Postgraduados <i>campus</i> Montecillo
CORU	Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana región Córdoba-Orizaba
CITRO	Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana
ENCB	Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional
K	Royal Botanical Gardens, Kew*
MEXU	Herbario Nacional, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
MO	Missouri Botanical Garden*
NY	The New York Botanical Garden*
WIS	Botany Department, University of Wisconsin*
XAL	Instituto de Ecología A. C.
XALU	Facultad de Biología región Xalapa, Universidad Veracruzana

* Colecciones virtuales disponibles en la red.

Selección y determinación de caracteres

Se seleccionaron 65 caracteres morfológicos, 38 cuantitativos y 27 cualitativos de las siguientes partes de la planta: tallo, roseta, hojas, inflorescencia, fruto y semilla. Las mediciones se

efectuaron en material botánico recolectado de 29 de las 31 poblaciones identificadas, las cuales se consideraron como unidades taxonómicas operativas (UTO) señaladas en la Cuadro 2 que corresponden a 76 individuos fértiles; además, se analizaron 170 ejemplares de herbario. Las poblaciones filhu y strhu no se incluyeron en los análisis debido a la falta de material botánico, tanto en herbario como en campo.

Los caracteres cuantitativos se midieron con cinta métrica, regla y vernier manual, cuando fue necesario se utilizaron lupa 10X y microscopio estereoscópico. La determinación de los caracteres cualitativos se llevó a cabo con observaciones directas de los individuos en campo o en su caso de los ejemplares de herbario. Las formas en plano longitudinal se describieron según Radford et al. (1974).

Cuadro 2. Poblaciones (UTO) y acrónimos empleados para el análisis fenético de las especies de *Agave* en Veracruz.

Acrónimo	Taxón	Localidad
angal	<i>A. angustifolia</i>	Alvarado, Alvarado
angvi	<i>A. angustifolia</i>	Villa Rica, Actopan
apphu	<i>A. applanata</i>	Los Humeros, Chignautla*
appma	<i>A. applanata</i>	Cerro del Vigía, Mastaloyan, Chignautla*
appte	<i>A. applanata</i>	Tepeyahualco, Tepeyahualco*
atrte	<i>A. atrovirens</i> var. <i>mirabilis</i>	Tepozteco, Villa Aldama
ellezo	<i>A. ellemeetiana</i>	El precipicio, Zongolica
filhu	<i>A. filifera</i>	Barranca de Santiago, Huayacocotla**
ghima	<i>A. ghiesbreghtii</i>	Maltrata, Maltrata
gomam	<i>A. gomezpompae</i>	Divino rostro, Amatlán
horpe	<i>A. horrida</i> subsp. <i>Perotensis</i>	Cerro del Vigía, Perote
horto	<i>A. horrida</i> subsp. <i>Perotensis</i>	Totalco, Perote
jimtl	<i>A. jimenoii</i>	El Encanto, Tlapacoyan
lecsa	<i>A. lechuguilla</i>	Santiago, Huayacocotla

lecza	<i>A. lechuguilla</i>	El Zapote, Huayacocotla
lopal	<i>A. lophantha</i>	Almolonga, Alto Lucero
marmo	<i>A. maria-patriciae</i>	Sierra de Monte de Oro, Alto Lucero
obsjo	<i>A. obscura</i>	La Joya, Acajete
obsmi	<i>A. obscura</i>	Barranca Las Minas, Las Minas
penac	<i>A. pendula</i>	Trapiche de Rosario, Actopan
penxo	<i>A. pendula</i>	Cascada Xoltepec, E. Zapata
potma	<i>A. potatorum</i>	El Rincón, Maltrata
salfr	<i>A. salmiana</i> subsp. <i>crassispina</i>	Frijol Colorado, Perote
salfr2	<i>A. salmiana</i> subsp. <i>salmiana</i>	Frijol Colorado, Perote
salhu	<i>A. salmiana</i>	Las Blancas, Huayacocotla
strhu	<i>A. striata</i>	Ojo de Agua, Huayacocotla**
warca	<i>A. warelliana</i>	Cañada río Ayohuxtla, Calchualco
warne	<i>A. warelliana</i>	Piedra del águila, Cd. Mendoza
warpe	<i>A. warelliana</i>	Petlalcala, Tenejapa
wench	<i>A. aff. wendtii</i>	Río Chalchijapa, Uxpanapa
wenux	<i>A. wendtii</i>	El Encajonado, Uxpanapa

* Poblaciones localizadas en los límites de los estados de Veracruz y Puebla, que para fines políticos, pertenecen al estado de Puebla.

** Poblaciones excluidas del análisis por falta de material botánico.

Análisis preliminar

Los datos cuantitativos se estandarizaron con un ajuste a la desviación estándar, después se llevó a cabo un análisis de Componentes Principales (ACP) preliminar para comprobar la correlación entre los caracteres cuantitativos y eliminar los efectos de colinealidad. Después de lo anterior, se eliminaron ocho caracteres y resultó una matriz conformada por 29 UTO y 57 variables (Cuadros 3 y 4)

Cuadro 3. Caracteres cuantitativos seleccionados después del análisis preliminar y utilizados en el ACP.

	Carácter*	Código
1	Longitud del tallo	tal_lar
2	Ancho de roseta	ros_anc
3	Número de hojas por roseta**	ros_nho
4	Longitud de hoja	hoj_lon
5	Ancho de hoja en su parte media	hoj_anc
6	Longitud de la espina terminal de la hoja	esp_lon
7	Longitud del canalículo de la espina terminal	can_lon
8	Longitud de los dentículos	den_lon
9	Longitud de la inflorescencia	inf_lon
10	Número de ramas de la inflorescencia**	inf_nra
11	Longitud de las brácteas del escapo	bra_lon
12	Longitud de las bractéolas	bro_lon
13	Ancho de la base de las bractéolas	bro_anc
14	Longitud de la flor	flo_lon
15	Longitud del cuello de la flor	cue_lon
16	Ancho del cuello de la flor	cue_anc
17	Longitud del tubo del perigonio	tub_lon
18	Longitud del tépalo externo de la flor	tee_lon

19	Ancho del tépalo externo de la flor	tee_anc
20	Longitud del filamento del estambre	fil_lon
21	Ancho del filamento del estambre	fil_anc
22	Inserción del filamento del estambre en el tubo del perigonio	fil_ins
23	Longitud de la antera	ant_lon
24	Ancho de la antera	ant_anc
25	Longitud del estilo	est_lon
26	Ancho del estilo	est_anc
27	Ancho del ovario	ova_anc
28	Longitud del fruto	fru_lon
29	Longitud del pedicelo del fruto	ped_lon
30	Longitud de la semilla	sem_lon

* Medidos en centímetros; ** Valores absolutos

Cuadro 4. Listado de caracteres cualitativos y sus estados de carácter empleados en el análisis de agrupamiento.

Carácter	Estado de carácter	Código
31 Presencia de tallo	0 = Ausente; 1= Presente	tal_pre
32 Hábito de la roseta	1= Solitario; 2= Surculoso; 3= Cespitoso; 4= ros_hab Ramificado	
33 Forma de la hoja	1= Linear-lanceolada; 2= Ensiforme; 3= Lanceolada; 4= Ovado-lanceolada; 5= Ovada; 6= Elíptica; 7= Deltoide	hoj_for

34	Color de la hoja	1= Verde*; 2= Glauco; 3= Verde pálido; 4= Verde claro; 5= Verde amarillento; 6= Verde oscuro	hoj_col
35	Línea central en la hoja	0= Ausente; 1= Presente	linc_pre
36	Color de la espina terminal de hoja	0= Ausente; 1= Café oscuro; 2= Café rojizo; 3= Castaño; 4= Gris; 5= Del mismo color que la hoja	esp_col
37	Forma de la espina terminal de la hoja	0= Ausente; 1= Cónica aguda; 2=Aplanada aguda; 3= Cóncava sinuosa	esp_for
38	Patrón de crecimiento de los dentículos	0= Ausente; 1= Rodeando toda la hoja; 3= Ausentes hacia el ápice de la hoja	den_pat
39	Color de los dentículos	0= Ausente; 1= Café oscuro; 2= Café rojizo; 3= Castaño; 4= Gris; 5= Del mismo color que la hoja	den_col
40	Forma de los dentículos	0= Ausentes; 1= Triangulares; 2= Irregularmente curvados; 3= Cuspidados curvados; 4= Reflexos	den_for
41	Margen corneo en la hoja	0= Ausente; 1= Presente	mac_pres
42	Forma de la inflorescencia	1= Paniculada; 2= Espigada	inf_for
43	Zona de floración de la inflorescencia	1= Tercio superior; 2= Mitad superior; 3= A partir de tercio inferior	inf_zfl
44	Forma de las brácteas del escapo	1= Linear triangular; 2= Largamente triangular; 3= Triangular; 4= Ovada	bra_for
45	Margen de las brácteas del escapo	1= Entero; 2= Entero papiráceo; 3= Entero involuto; 4= Córneo	bra_mar
46	Color de las brácteas del escapo	1= Verde oscuro; 2= Verde rojizo; 3= Verde pálido; 4= Rojizo	brac_col
47	Forma de las bractéolas	1= Linear triangular; 2= Largamente triangular; 3=	bro_for

	Triangular; 4= Ovada	
48	Color de las bractéolas	1= Verde oscuro; 2= Verde rojizo; 3= Verde pálido; 4= Rojizo bro_col
49	Forma de los tépalos	1= Lanceolada; 2= Linear lanceolada; 3= Oblonga tep_for
50	Color de los tépalos	1= Verde; 2= Amarillo; 3= Púrpura tep_col
51	Quilla en los tépalos internos	0= Ausente 1= Presente tqu_pres
52	Forma del ápice de los tépalos	1= Aguda; 2= Redondeada; 3= Obtusa; 4= Cuculada tap_for
53	Color del filamento del estambre	1= Verde; 2= Amarillo; 3= Marrón; 4= Púrpura fil_col
54	Color de la antera	1= Amarillo; 2= Púrpura ant_col
55	Color del estilo	1= Verde; 2= Amarillo; 3= Púrpura est_col
56	Forma del fruto	1= Elíptica; 2= Ovada; 3= Oblonga fru_for
57	Forma de la semilla	1= Lunulada; 2= Auriculada sem_for

* Se agrupan los taxa que no presentan una coloración característica

Análisis de Agrupamiento

Una matriz básica de datos (MBD) en Microsoft Excel (2010) se construyó con la información obtenida de los caracteres determinados. La MBD final consiste de 29 poblaciones con 3 a 8 individuos por cada una y 57 caracteres, 30 cuantitativos que resultaron del promedio de los individuos examinados y 27 cualitativos (apéndice 1). Después se construyó una matriz de similitud entre UTO mediante el Coeficiente de Distancia Euclidiana; después las UTO se

agruparon por medio del procedimiento de pares no ponderado con media aritmética (UPGMA) y se representaron en un dendrograma.

Análisis por Componentes Principales (ACP)

Un análisis de ordenación por ACP se llevó al cabo, para conocer la relación entre las unidades taxonómicas y estimar la importancia de las variables que mejor discriminan a los grupos formados; en tal caso, se calculó una matriz de correlación entre 30 caracteres cuantitativos, la cual sirvió de base para estimar los valores y vectores característicos. Luego las UTO fueron proyectadas sobre los ejes que representan los primeros tres componentes principales. El análisis anterior se llevó a cabo con el programa PC-ORD versión 6.0 (McCune y Mefford, 2011).

RESULTADOS

Análisis de Agrupamiento

El análisis de agrupamiento de las poblaciones de *Agave* diferenció 20 taxa a una distancia de 0.5 y que corresponden a 17 especies. El dendrograma obtenido (Figura 3) indica que a una distancia de 8.3 se forman dos grupos principales correspondientes a los subgéneros *Agave* y *Littaea* (Tagliabue) Baker (Gentry, 1982), los cuales, por morfología, se diferencian por el tipo de inflorescencias; *Agave* (a–g) con inflorescencias laterales, paniculadas y ramificadas y *Littaea* (h–t) con inflorescencias espigadas, cuyas flores se agrupan en pares o en racimos con pedúnculos cortos.

A una distancia de 6.9, el subgénero *Agave* se divide en dos secciones. La primera (f y g) se conforma por las poblaciones con individuos de mayor porte: *A. atrovirens* Karw. ex Salm-Dyck var. *mirabilis* (Trel.) Gentry (atrte) y *A. salmiana* Otto ex Salm-Dyck subsp. *salmiana* (salfr2) que pertenecen a las secciones *Hiemiflorae* Gentry y *Salmianae* A. Berger; ambos taxa tienen rosetas mayores de 2 m de ancho, con hojas de más de 1.5 m de largo y de 25 cm de ancho e inflorescencias que pueden superar los 7 m de altura. El segundo (a–e) grupo está dividido a su vez en dos subgrupos a 5.2 de distancia, uno (e) formado por las poblaciones de *A. appplanatta* Hort. ex K. Koch (apphu, appma y appte), las cuales tienen rosetas medianas de entre 1.2 y 1.5 m

de ancho, hojas entre 70 y 80 cm de largo e inflorescencias entre 6 m y hasta 9 m de altura. Esta especie es el único representante de la sección *Ditepalae* Gentry en Veracruz.

El otro subgrupo (a–d) lo forman las poblaciones de tres especies cuya morfología es marcadamente disímil. Dentro de este subgrupo, a una distancia de 3.9 se separan las poblaciones (a) de *A. angustifolia* Haw. (angvi y angal), única especie de la sección *Rigidae* A. Berger, este taxón presenta una gran plasticidad morfológica; con rosetas de entre 1 y 1.4 m de ancho, hojas entre 48 y 91 cm de longitud e inflorescencias entre 2 y 4.2 m de altura. Esta es la especie con el mayor intervalo de distribución geográfica en el estado de Veracruz. Otra población (b) se separa a una distancia de 2.7 y corresponde a *A. potatorum* Zucc. (potma), esta especie presenta rosetas pequeñas entre 30 y 66 cm de ancho, hojas entre 21 y 31 cm de longitud e inflorescencias entre 3.9 y 5 m de altura. Junto con *A. atrovirens* forman parte de la sección *Hiemiflorae*.

Al final, a una distancia de 0.7, se encuentran dos poblaciones de *A. salmiana* (c y d) de la sección *Salmianae*; la primera corresponde a *A. salmiana* subsp. *crassispina* (Trel. ex L.H. Bailey) (salfr), esta subespecie se caracteriza por presentar rosetas entre 1.4 y 1.5 m de ancho, hojas entre 70 y 90 cm de longitud e inflorescencias entre 5 y 7.5 m de altura. La otra población salhu, tiene una morfología intermedia entre *A. salmiana* subsp. *salmiana* y *A. salmiana* subsp. *crassispina*, su determinación taxonómica es más afín a la subespecie *crassispina*. Sin embargo, debido al poco material botánico con el que se cuenta, no se puede hacer una conclusión definitiva.

La población (h) de *A. ellemeetiana* K. Koch (ellezo) se separa a 7.6 de distancia dentro del subgénero *Littaea*. Esta especie de la sección *Choritepalae* Gentry es diferente, en morfología, al resto de las especies de *Littaea*, presenta hojas sin denticulos, con margen afilado y sin espina terminal, tiene las hojas más anchas del subgénero con 21 cm y con un tubo del perigonio muy pequeño, 0.2 cm de longitud y en algunos casos con apariencia discoide.

Dos grupos se forman a una distancia de 6.3. El primero (i–r) está formado por 10 especies agrupadas de la siguiente manera: el subgrupo (i–p) de 8 especies con rosetas de pequeñas a medianas, caulescentes o acaules, hojas que no superan los 7.5 cm de ancho, brácteas del escapo que no superan 15 cm de longitud y flores entre 2.5 y 5.2 cm de longitud. Dentro de (i–r) se distinguen a una distancia de 4.7 las poblaciones (o–p) de *A. lechuguilla* Torr. (lecsa y lecza) y *A.*

lophantha Schiede (lopal) de la sección *Marginatae* Gentry, que cuentan con individuos acaules o subcaulescentes, hojas lineares a linear-lanceoladas con margen córneo, espina terminal y dentículos de mayor tamaño e inflorescencias por arriba de 2.2 m de altura.

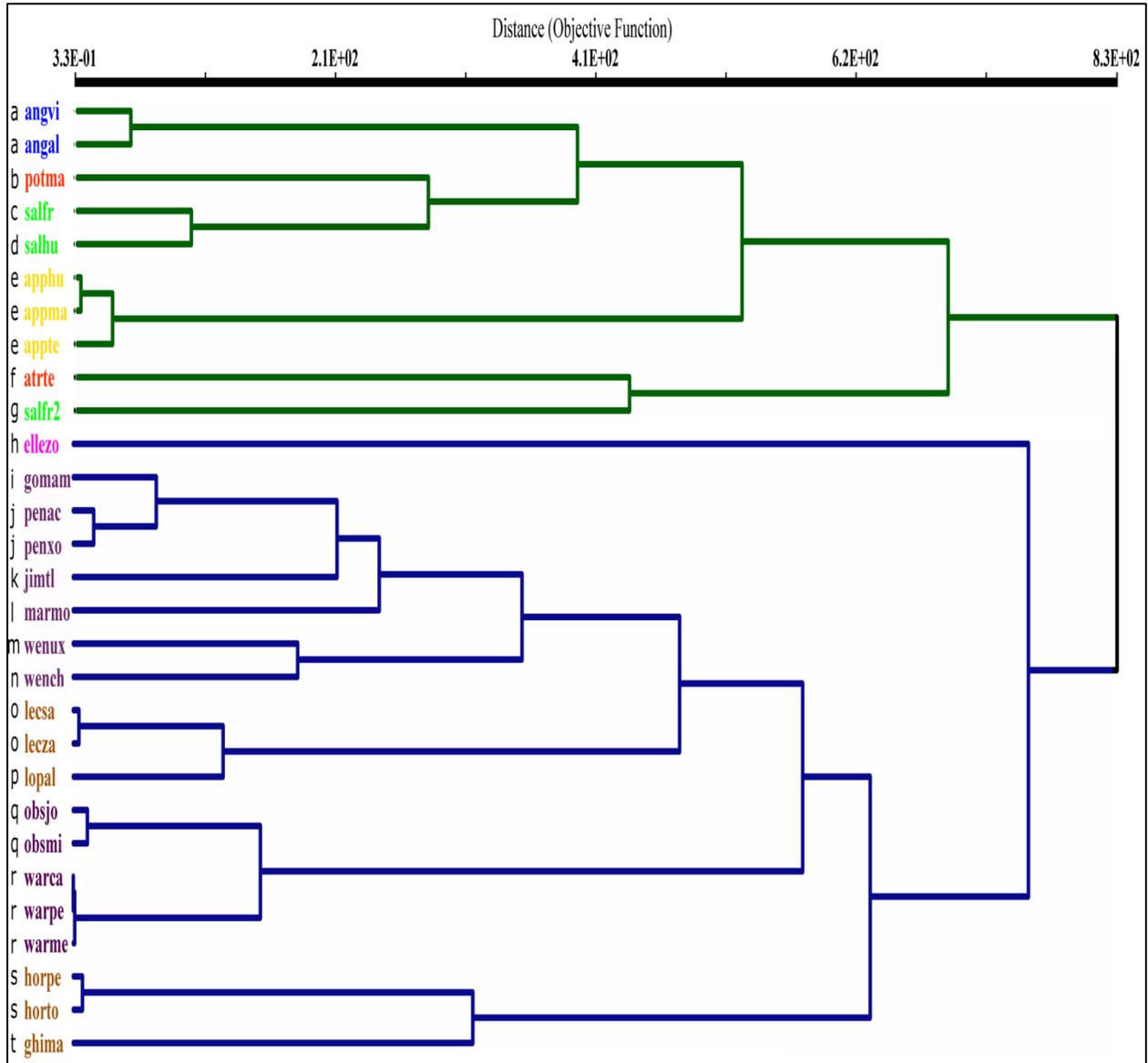


Figura 3. Dendrograma derivado del análisis de agrupamiento de las especies *de Agave s.s.* en Veracruz por el método UPGMA usando el coeficiente de Distancia Euclidiana de una matriz de semejanza de 29 UTO \times 57 caracteres morfológicos. UTO: angal y angvi (*A. angustifolia*); apphu (*A. applanata*); appma y appte (*A. applanata*); atrte (*A. atrovirens* var. *mirabilis*); ellezo (*A. ellemeetiana*); ghima (*A. ghiesbreghtii*); gomam (*A. gomezpompae*); horpe y horto (*A. horrida* subsp. *perotensis*); jimtl (*A. jimenoii*); lecsa y lecza (*A. lechuguilla*); lopal (*A. lophantha*); marmo (*A. maria-patriciae*); obsjo y obsmi (*A. obscura*); penac y penxo (*A. pendula*); potma (*A. potatorum*); salfr (*A. salmiana* subsp. *crassispina*); salfr2 (*A. salmiana* subsp. *salmiana*); salhu (*A. salmiana*); warca, warme y warpe (*A. warelliana*); wench (*A. aff. wendtii*); wenux (*A. wendtii*). Las letras denotan diferenciación de taxa. Colores en el

dendograma indican subgéneros: verde oscuro *Agave*, azul oscuro *Littaea*. Colores en UTO indican secciones: azul *Rigidae*, rojo *Hiemiflorae*, amarillo *Salmianae*, rosado *Choritepalae*, morado *Polycephalae*, café *Marginatae*.

Las poblaciones (i-n) de *A. gomezpompae* Cházaro & Jimeno-Sevilla (gomam), *A. pendula* Schnittsp. (penac y penxo), *A. jimenoii* Cházaro & A. Vázquez (jimtl), *A. maria-patriciae* Cházaro & Arzaba (marmo), *A. wendtii* Cházaro (wenux) y *A. aff. wendtii* (wench) las cuales conforman el grueso de la sección *Polycephalae* Gentry, con individuos caulescentes, excepto *A. wendtii*, con hojas lanceoladas a oblanceoladas sin margen córneo, excepto *A. aff. wendtii*, espina terminal y dentículos pequeños e inflorescencias menores a 2 m de altura, excepto *A. pendula*. El subgrupo (q y r) lo forman el resto de especies de la sección *Polycephalae*, *A. obscura* Schiede (obsjo y obsmi) y *A. warelliana* (warca, warpe y warme) con rosetas medianas, acaules, hojas hasta 13 cm de ancho, brácteas hasta 35 cm de longitud y flores entre 4.1 y 5.8 cm de longitud.

El segundo grupo dentro de *Littaea* (s y t) lo forman dos especies que se separan a una distancia de 3.0, *A. horrida* Lem. ex Jacobi subsp. *perotensis* B. Ulrich (horpe y horto) y *A. ghiesbreghtii* Hort. ex Jacobi (ghima) que con *A. lechuguilla* y *A. lophantha* conforman la sección *Marginatae* en Veracruz. Estas especies pertenecen a un complejo cuyos integrantes son difíciles de delimitar. Ambas especies tienen tamaños de roseta, número de hojas por roseta, forma de hojas y altura de la inflorescencia similares pero pueden encontrarse diferencias en la longitud de la hoja y tamaño de los dentículos, los cuales son mayores en *A. ghiesbreghtii* mientras que la longitud y cuello de la flor son mayores en *A. horrida* subsp. *perotensis*.

Análisis de Componentes Principales (ACP)

La variación acumulada en los tres primeros componentes es del 60.8% de la variación total de los caracteres (Tabla 6). La distribución bidimensional de las poblaciones en el gráfico concuerda de manera general con el análisis de conglomerados (Figura 4). El primer componente (CP1) explica el 38.789% de la varianza y expresa una ordenación en función de longitudes de la flor, del canalículo de la espina terminal, de las anteras, de las brácteas del escapo, del tubo del perigonio, ancho del ovario y longitud del tépalo externo y filamento del estambre, que son las variables con los más altos valores de correlación con el CP1 (Tabla 7). La distribución sobre los extremos del eje cartesiano del CP1 separa por un lado las poblaciones con individuos de mayor

tamaño en estructuras florales, espinas y brácteas del escapo, pertenecientes a las secciones *Salmianae*, *Hiemiflorae* (*A. atrovirens* subsp. *mirabilis*) y *Ditepalae*. En el extremo opuesto del eje se localizan las poblaciones con valores menores en los mismos caracteres y que pertenecen a la sección *Polycephalae*, *Choritepalae* y *Marginatae* (Figura 4).

Cuadro 5. Porcentajes de varianza explicada y acumulada de los tres primeros componentes del ACP de las especies de *Agave* s.s. en Veracruz.

Eje	Autovalor	% de varianza explicada	% de varianza acumulada
1	11.637	38.789	38.789
2	3.82	12.735	51.524
3	2.805	9.349	60.873

En el segundo componente (CP2), con una variación explicada de 12.735%, los caracteres de mayor ponderación son ancho del tépalo externo, longitud de los pedicelos, del estilo, del tépalo externo y del cuello de la flor. El CP2 permite diferenciar con claridad a las especies con estructuras florales de mayor tamaño dentro de la sección *Polycephalae*. Al final, el tercer componente (CP3) tiene una variación explicada de 9.349% y los caracteres con mayor peso son: inserción del filamento en el tubo del perigonio, ancho del cuello de la flor, ancho del filamento del estambre, longitud de la espina terminal, número de hojas por roseta y longitud del tubo del perigonio; la dispersión de las OTU en los ejes 1 y 3 se presenta en la Figura 5. En el extremo superior derecho se localian las especies de de menor porte de la sección *Polycephalae*. En el extremo contrario se ordena la sección *Ditepalae* y al final, en el extremo inferior derecho se ordenan todas las poblaciones de la sección *Marginatae*. El resto de las secciones se observan dispersas.

Cuadro 6. Correlación de los caracteres con los tres primeros componentes del ACP de las especies de *Agave* en Veracruz.

Variable	Autovector		
	1	2	3
tal_lar	0.3521	-0.0122	0.3808
ros_anc	-0.6682	0.2783	-0.3604
ros_nho	0.0283	-0.1997	-0.4453
hoj_lon	-0.6955	0.2166	-0.1904
hoj_anc	-0.8005	-0.0362	-0.1993
esp_lon	-0.6506	-0.4137	-0.4926
can_lon	-0.8613	-0.2856	-0.1829
den_lon	-0.0611	-0.2365	-0.3693
bra_lon	-0.7917	0.2449	-0.1281
bro_lon	0.1609	0.4169	-0.5192
bro_anc	-0.5204	0.3906	-0.2872
inf_lon	-0.5289	-0.2721	0.1987
inf_nra	-0.6917	-0.4797	0.2508
flo_lon	-0.9311	0.0319	0.0142
cue_lon	-0.6787	-0.5082	-0.0045
cue_anc	-0.6458	-0.1201	0.5493
tub_lon	-0.7823	0.0784	0.4039
tee_lon	-0.7163	0.5301	-0.1141
tee_anc	-0.1599	0.6351	0.2381
fil_lon	-0.7121	0.4624	-0.2211
fil_anc	-0.6189	-0.0009	0.5455

fil_ins	-0.6142	0.2748	0.5534
ant_lon	-0.8317	0.2577	-0.0593
ant_anc	-0.403	0.3257	-0.0206
est_lon	-0.6362	0.6193	0.0853
est_anc	-0.4288	-0.3889	-0.0263
ova_anc	-0.7387	-0.2727	0.2512
fru_lon	-0.6773	-0.4558	-0.1294
ped_lon	-0.4526	-0.6295	-0.1017
sem_lon	-0.5249	-0.1282	-0.2876

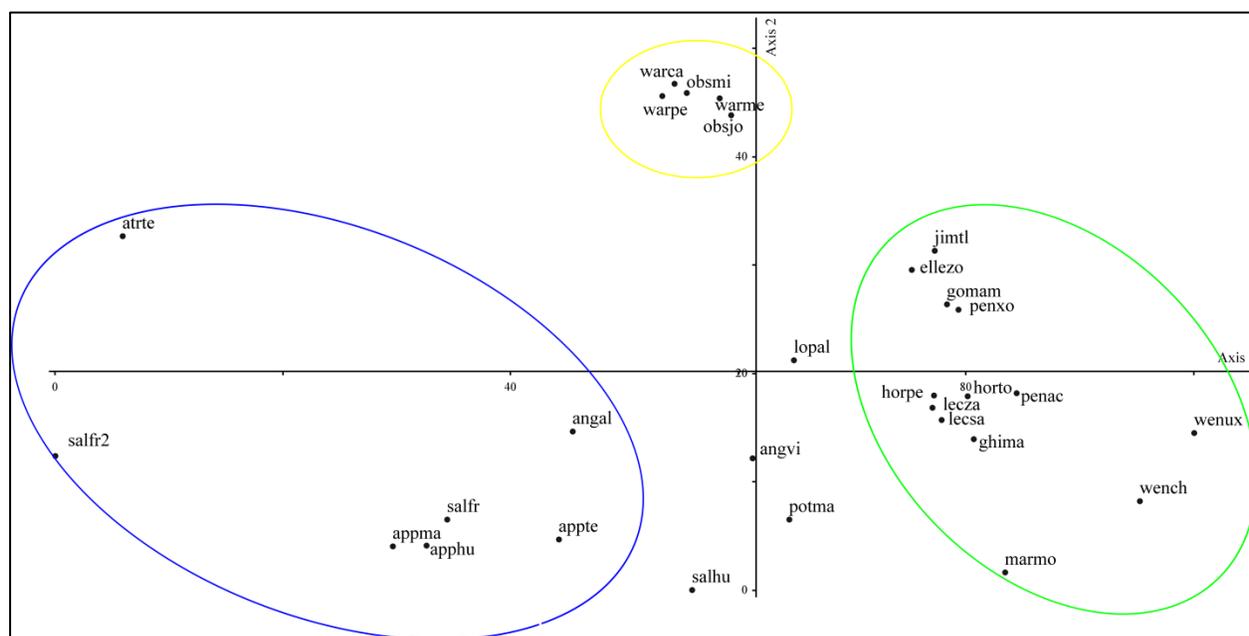


Figura 4. Representación bidimensional de los componentes CP1 y CP2 del ACP de 29 UTO \times 30 caracteres morfológicos cuantitativos de *Agave s.s.* en Veracruz. En azul las poblaciones pertenecientes a las secciones *Salmianae*, *Hiemiflorae* (parte) y *Ditepalae*; en verde las secciones *Polycephalae* (parte), *Choritepalae* y *Marginatae* y en amarillo las poblaciones de *Polycephalae* con estructuras florales de mayor tamaño. UTO: angal y angvi (*A. angustifolia*); apphu (*A. applanata*); appma y appte (*A. applanata*); atrte (*A. atrovirens* var. *mirabilis*); ellezo (*A. ellemeetiana*); ghima (*A. ghiesbreghtii*); gomam (*A. gomezpompae*); horpe y horto (*A. horrida* subsp. *perotensis*); jimtl (*A. jimenoii*); lecza y lecsa (*A. lechuguilla*); lopal (*A. lophantha*); marmo (*A. maria-patriciae*); obsjo y obsmi (*A. obscura*); penac y penxo (*A. pendula*); potma (*A. potatorum*); salfr (*A. salmiana* subsp. *crassispina*); salfr2 (*A. salmiana* subsp. *salmiana*); salhu (*A. salmiana*); warca, warme y warpe (*A. warelliana*); wench (*A. aff. wendtii*); wenux (*A. wendtii*).

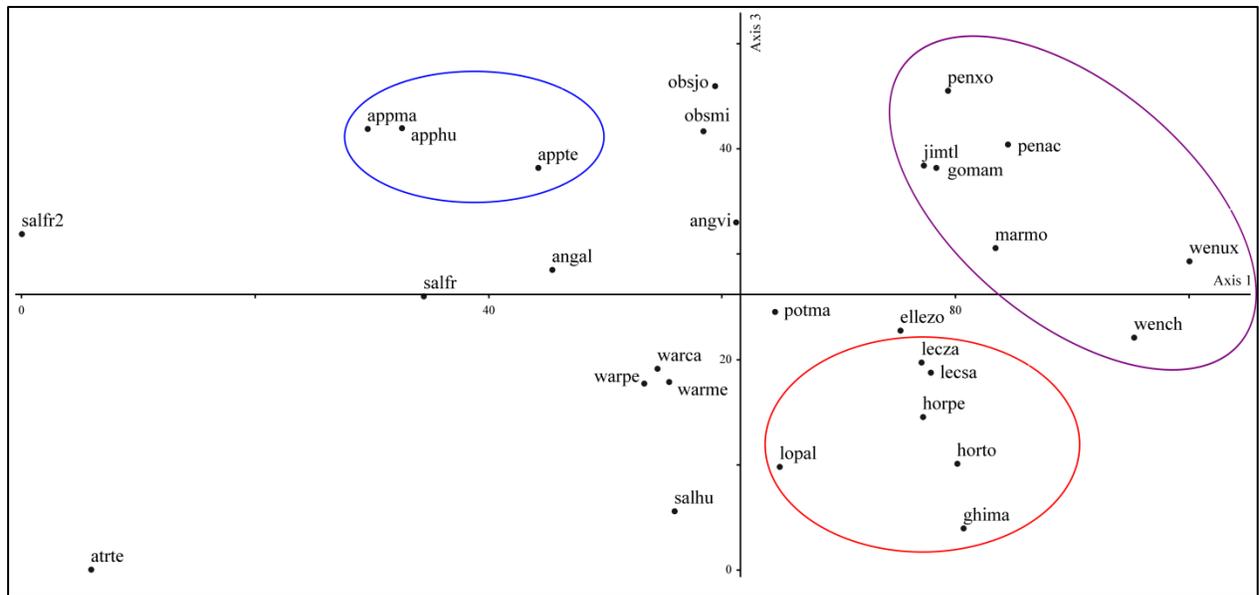


Figura 5. Representación bidimensional de los componentes CP1 y CP3 del ACP de 29 UTO \times 30 caracteres morfológicos cuantitativos de *Agave s.s.* en Veracruz. En rojo sección *Marginatae*; en azul la sección *Ditepalae* y en morado las especies de menor porte de la sección *Polycephalae*. UTO: angal y angvi (*A. angustifolia*); apphu (*A. applanata*); appma y appte (*A. applanata*); atrte (*A. atrovirens* var. *mirabilis*); ellezo (*A. ellemeetiana*); ghima (*A. ghiesbreghtii*); gomam (*A. gomezpompae*); horpe y horto (*A. horrida* subsp. *perotensis*); jimtl (*A. jimenoii*); lecza y lecsa (*A. lechuguilla*); lopal (*A. lophantha*); marmo (*A. maria-patriciae*); obsjo y obsmi (*A. obscura*); penac y penxo (*A. pendula*); potma (*A. potatorum*); salfr (*A. salmiana* subsp. *crassispina*); salfr2 (*A. salmiana* subsp. *salmiana*); salhu (*A. salmiana*); warca, warme y warpe (*A. warelliana*); wench (*A. aff. wendtii*); wenux (*A. wendtii*).

DISCUSIÓN

La riqueza de especies de *Agave s.s.* de Veracruz ha permanecido en controversia. Los taxónomos calificados y los informes florísticos disponibles muestran un amplio intervalo del número de especies registradas, que va de 8 a 30 (Cházaro-Basáñez et al., 2008; Thiede, 2001; Villaseñor, 2016). El presente estudio permite reconocer con claridad a 17 especies en territorio veracruzano, con excepción de la población wench que se determinó como afín a *A. wendtii*, sin embargo es necesario llevar a cabo un estudio más detallado para confirmar la identidad taxonómica de esos individuos.

La formación de los dos grupos mayores (subgéneros *Agave* y *Littaea*) en el dendrograma y de sus subgrupos corresponden a las clasificaciones morfológicas tradicionales más aceptadas (Gentry, 1982), que pueden reflejar relaciones evolutivas entre los taxa (Gil-Vega et al., 2007). Algunos caracteres vegetativos como tamaño y forma de dentículos, espinas y hojas se han

utilizado para la separación e identificación de especies dentro de complejos taxonómicos (Figueredo et al., 2014; Rodríguez-Garay et al., 2009).

El análisis de agrupamiento y el ACP muestran la formación de subgrupos en ambos subgéneros donde se combinan especies pertenecientes a diferentes secciones. Los subconjuntos (f-g) y (b-d) en *Agave* comparten especies de las secciones *Salmianae* y *Hiemiflorae* y en *Littaea* se observa la disociación de *A. obscura* y *A. warelliana* del resto de las especies de la sección *Polycephalae*. Estos patrones de asociación y disociación inter e intrasecciones se observaron en estudios con marcadores moleculares tipo polimorfismo en longitud de fragmentos amplificados (AFLP) (Gil-Vega et al., 2007)

La sección *Rigidae* (subgénero *Agave*) en Veracruz se identifica con claridad y está representada por *A. angustifolia*. La variabilidad morfológica presentada por las poblaciones analizadas no fue suficiente para reconocer categorías infraespecíficas. Es necesario aumentar el número de poblaciones analizadas para comprobar la existencia de algunas de las variedades descritas para esta especie, la cual posee el mayor intervalo de variabilidad morfológica y de distribución geográfica en México (García-Mendoza, 2011; Gentry, 1982)

Las poblaciones de *A. salmiana* subsp. *salmiana* y *A. salmiana* subsp. *crassispina* son reconocibles con facilidad. La subsp. *crassispina* difiere de la subsp. *salmiana* de manera general en el porte de las plantas, forma y tamaño de las hojas y espigas, longitud de la inflorescencia, tamaño de las brácteas del escapo y flores. La ssp. *crassispina* representa la forma silvestre de *A. salmiana*, mientras que la ssp., *salmiana* es un conjunto de formas cultivadas para la producción de aguamiel y elaboración de pulque por lo que presenta una gran plasticidad morfológica debido al proceso de domesticación al que se ha sometido (Gentry, 1982; Thiede, 2001; García-Mendoza, 2011; Mora-López, 2011)

El subgénero *Littaea* contiene el mayor número (12) de especies de *Agave* s.s. en Veracruz. Dentro de éstas, *A. ellemeetiana* se separa del resto de *Littaea* a una distancia de 7.6, lo que indica una alta diferenciación morfológica con respecto de los demás taxa, en particular por en la ausencia de dentículos y espina terminal y en la reducción del tubo floral. Thiede, (2014) reconoce la subespecie *subdentata*, la cual restringe a la Sierra Madre del Sur en Oaxaca, esta

subespecie no se encontró en Veracruz, sin embargo, debido a los pocos ejemplares de *A. ellemeetiana* recolectados en la entidad, no se puede descartar su presencia.

La sección *Polycephalae* concentra la mayor riqueza de especies en el estado. Las ocho especies se separan de acuerdo al análisis de ordenación, por el tamaño de sus estructuras florales, particularmente de los tépalos y por el tamaño de las rosetas. Las poblaciones de *A. wendtii* se separan a una distancia de 1.7 según el dendrograma de agrupamiento. La identidad de la población wench no fue satisfactoria, difiere de wenux por la presencia de tallo, margen córneo e inflorescencia de hasta 2 m. Es necesario efectuar un análisis más detallado para conocer si *A. wendtii* presenta una mayor plasticidad morfológica de lo que se tiene registrado (Cházaro, 1997; Jimeno-Sevilla, 2010) o si las dos poblaciones estudiadas corresponden a entidades diferentes.

El análisis de ordenación permite reconocer a la sección *Marginatae* conformada por cuatro especies morfológicamente muy relacionadas entre sí (Gentry, 1982.). *A. lechuguilla* y *A. lophantha* tienen hojas más largas, más angostas y dentículos más pequeños que *A. ghiesbreghtii* y *A. horrida* ssp. *perotensis*. Gil et al (2007) sugiere que la semejanza morfológica de la sección *Marginatae* no representa necesariamente una relación genética entre sus integrantes.

CONCLUSIONES

Las técnicas fenéticas son herramientas útiles para la identificación de entidades taxonómicas discretas. En el caso de las especies de *Agave* s.s. registradas en Veracruz, los análisis multivariados identifican 17 especies que concuerdan con las clasificaciones taxonómicas tradicionales. Los altos porcentajes de variación que se observan en los caracteres florales cuantificados sustentan el uso de las flores como atributos importantes para la clasificación y separación de especies de *Agave* s.s.

La morfología descrita de algunas especies puede no estar completamente representada debido a que se conocen pocas poblaciones y en algunos casos solo la población ubicada en la localidad tipo de la especie y a que no existen suficientes ejemplares de herbario que reflejen la distribución geográfica de algunas especies. Por lo tanto, es necesario continuar con el estudio *in*

situ y *ex situ* de los agaves de Veracruz, en particular de las especies recién descritas, de las cuales se desconoce casi por completo su biología y ecología.

LITERATURA CITADA

- Avendaño-Arrazate, C. H., Iracheta-Donjuan, L., Gódinez-Aguilar, J. C., López-Gómez, P. y Barrios-Ayala, A. (2015). Caracterización morfológica de *Agave cupreata*, especie endémica de México. *Phyton*, 84, 148–162.
- Castro-Castro, A., Rodríguez, A., Vargas-Amado, G. y Ramírez-Delgadillo, R. (2010). Variación morfológica del género *Prochnyanthes* (Agavaceae). *Acta Botánica Mexicana*, 92, 29–49.
- Cházaro-Basáñez, M. J., Jimeno-Sevilla, D., Van der Meer, P. y Van Roosbroek, J. (2008). *Agave warelliana* (Agavaceae), a New Record from Veracruz, Mexico. *International Cactus Adventures*, 78, 24–30.
- Cházaro, M. (1997). Aclaración sobre *Agave wendtii*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 42(4), 95.
- Colunga-García, P. (1998). Origen, variación y tendencias evolutivas del Heneqén (*Agave fourcroydes* Lem.). *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 62, 109–128. <http://doi.org/10.17129/botsoci.1555>
- Crisci, J. V. y López, M. F. (1983). *Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica*. Washington D.C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Figueredo-Urbina, C. J., Casas, A. y Torres-García, I. (2017). Morphological and genetic divergence between *Agave inaequidens*, *A. cupreata* and the domesticated *A. hookeri*. Analysis of their evolutionary relationships. *PLoS ONE*, 12(11), 1–24. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0187260>
- Figueredo, C. J., Casas, A., Colunga-GarcíaMarín, P., Nassar, J. M. y González-Rodríguez, A. (2014). Morphological variation, management and domestication of “maguey alto” (*Agave*

- inaequidens*) and “maguey manso” (*A. hookeri*) in Michoacán, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1), 1–12. <http://doi.org/10.1186/1746-4269-10-66>
- García-Mendoza, A. (2011). Agavaceae. En *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gentry, H. S. (1982). *Agaves of Continental North America*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Gi Chung, M., Jones, S. B., Hamrick, J. L., y Gi Chung, H. (1991). Morphometric and Isozyme Analysis of the Genus *Hosta* (Liliaceae) in Korea. *Plant Species Biology*, 6(1), 55–69. <http://doi.org/10.1111/j.1442-1984.1991.tb00210.x>
- Gil-Vega, K. C., Díaz-Quezada, C. E., Nava-Cedillo, A., García-Mendoza, A. y Simpson, J. (2007). Análisis AFLP del género *Agave* refleja la clasificación taxonómica basada en caracteres morfológicos y otros métodos moleculares. En P. Colunga-García, A. Larqué, L. Eguiarte y D. Zisumbo-Villarreal (Eds.), *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves* (pp. 23–40). México: Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C.
- Gutiérrez, J., Terrazas, T. y Luna-Vega, I. (2017). Morphometric analysis of *Milla biflora* (Asparagaceae: Brodiaeoideae), with an identification key for *Milla*. *Plant Ecology and Evolution*, 150(1), 76–86.
- Jimeno-Sevilla, D. (2010). *Agave wendtii* Cházaro. En A. Gómez-Pompa, T. Krömer y R. Castro-Cortés (Eds.), *Atlas de la flora de Veracruz: un patrimonio natural en peligro* (pp. 100–102). México: Gobierno del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana.
- Jones, S. B. (1987). *Sistemática Vegetal*. México: McGraw-Hill.
- McCune, B. y Mefford, M. J. (2011). PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Gleneden Beach, Oregon, USA: MjM Software.
- Mora-López, J. L., Reyes-Agüero, J. A., Flores-Flores, J. L., Peña-Valdivia, C. B. y Aguirre-Rivera, J. R. (2011). Variación morfológica y humanización de la sección *Salmianae* del

- género *Agave*. *Agrociencia*, 45(4), 465–477. Disponible en <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79960961203&partnerID=40&md5=f1d8a5caaa0ef277bbc9c6ff231716d4>
- Parker, K. C., Trapnell, D. W., Hamrick, J. L. y Hodgson, W. C. (2014). Genetic and morphological contrasts between wild and anthropogenic populations of *Agave parryi* var. *huachucensis* in south-eastern Arizona. *Annals of Botany*, 113(6), 939–952. <http://doi.org/10.1093/aob/mcu016>
- Poulsen, A. D. y Nordal, I. (2005). A phenetic analysis and revision of Guineo-Congolese rain forest taxa of *Chlorophytum* (Anthericaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 148, 1–20. <http://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2005.00386.x>
- Radford, A. E., Dickinson, W. C., Massey, J. C. y Bell, C. R. (1974). *Vascular Plant Systematics*. New York: Harper & Row. Disponible <https://books.google.com.mx/books?id=fMcnAAAAYAAJ>
- Ritchie, W. D. (2012). *Taxonomy and DNA Barcoding in the Genus Manfreda (Salisb .) Asparagaceae*. University of Arkansas, Fayetteville.
- Rodríguez-Garay, B., Lomelí-Senci6n, J. A., Tapia-Campos, E., Guti6rrez-Mora, A., Garc6a-Galindo, J., Rodr6guez-Dom6nguez, J.M., Urbina-L6pez, D., Vicente-Ram6rez, I. (2009). Morphological and molecular diversity of *Agave tequilana* Weber var. Azul and *Agave angustifolia* Haw. var. Line6o. *Industrial Crops and Products*, 29(1), 220–228. <http://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2008.05.007>
- Sneath, P. H. A. y Sokal, R. R. (1973). *Numerical Taxonomy*. San Francisco, California: W. H. Freeman.
- Solano, E. (2000). *Sistem6tica del g6nero Polianthes L. (Agavaceae)*. Universidad Nacional Aut6noma de M6xico. Tesis doctoral.
- Stuessy, T. F. (1990). *Plant Taxonomy*. New York: Columbia University Press.
- Thiede, J. (2001). Agavaceae. En U. Eggli (ed.), *Illustrated Handbook of Succulent Plants, Monocotyledons* (pp. 5–102). Heidelberg: Springer.

———— (2014). A review of *Agave ellemetiana* K.Koch (Asparagaceae/Agavaceae). *Bradleya*, 32(32), 146–163. <http://doi.org/10.25223/brad.n32.2014.a7>

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559–902. <http://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

CAPÍTULO II. REVISIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *Agave* L. *sensu stricto* (ASPARAGACEAE: AGAVOIDEAE) EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

RESUMEN

La revisión taxonómica del género *Agave sensu stricto* en el estado de Veracruz, México es presentada. Se registraron 21 taxa, que corresponden a 19 especies y un taxón indeterminado. El género se distribuye desde el nivel del mar hasta 2800 m de altitud, en todos los tipos de vegetación del estado excepto páramos de altura. El subgénero *Littaea* contiene 15 taxa mientras que el subgénero *Agave* contiene cinco. Cuatro especies se consideran endémicas de la entidad. Se presentan claves para la identificación de las especies de *Agave* en Veracruz, descripciones morfológicas de cada taxón registrado y mapas de su distribución geográfica conocida.

ABSTRACT

The taxonomic revision of the genus *Agave sensu stricto* in Veracruz State is presented. We registered 21 taxa, which correspond to 19 species and an indeterminate taxon. The genus is distributed from sea level to 2800 m of altitude, in all vegetation types of the study area except alpine vegetation. The subgenus *Littaea* contains 15 taxa while the subgenus *Agave* includes six. Four species are considered endemic to the State. Identification keys for the *Agave* species identification, morphological descriptions of each registered taxon and maps of its known geographical distribution are presented

INTRODUCCIÓN

Los agaves son elementos comunes del paisaje de muchas regiones de México. Diversas especies silvestres y domesticadas son de gran importancia biocultural. A partir de ellas se elaboran bebidas fermentadas y destiladas, alimentos, se extraen diversos materiales y en algunos casos, los agaves se asocian con tradiciones y costumbres de los pueblos originarios de México. Veracruz es el tercer estado de la república mexicana con mayor riqueza vegetal y desde el punto de vista botánico es uno de los mejores documentados. Sin embargo, algunos grupos vegetales no han sido estudiados con formalidad, entre estos se encuentra el género *Agave*.

Las especies de *Agave*, en la entidad veracruzana, se han estudiado hace tres décadas. En la actualidad no se cuenta con un estudio taxonómico en el estado. Los registros sobre la riqueza de *Agave* en Veracruz difieren demasiado entre los autores que los presentan; se han identificado problemas de nomenclatura de los taxa o dichos registros no están actualizados.

Los objetivos del presente estudio fueron llevar a cabo la revisión taxonómica del género *Agave*, actualizar la nomenclatura de las especies conocidas en Veracruz, así como el conocimiento sobre su distribución geográfica. Se brinda información relacionada con la fenología, nombres comunes y usos de las especies de *Agave* registradas en la entidad.

Historia de los estudios taxonómicos de *Agave* en Veracruz

Los jardines botánicos europeos comenzaron a cultivar especies de agaves mesoamericanos casi enseguida de la conquista de México-Tenochtitlán a mediados del siglo XVI. En los jardines del sur de la Península Ibérica además de cultivarse, ya se reconocían algunas especies con nombres locales europeos (Guillot y Van der Meer, 2004). Casi dos siglos después Linneo (1753) describió el género *Agave* dentro de la clase *Hexandria Monogynea* con cuatro especies, dos de las cuales se ubicaron después en los géneros *Furcraea* Vent. y *Manfreda* Salisb.

Durante el resto del siglo XVIII y la mayor parte del siglo XIX los estudios de la taxonomía de los agaves se limitaron a las observaciones efectuadas en colecciones vivas de los jardines europeos de donde se describieron decenas de especies nuevas. La mayor parte sin ilustraciones o ejemplares de respaldo, lo que generó la confusión y la posterior invalidez de muchos de los nombres propuestos en aquel entonces (Gentry, 1982; Smith y Figueiredo, 2013). Sin embargo, durante este periodo destacan algunas expediciones botánicas europeas en América.

La encomienda a la Real Expedición Botánica a Nueva España a cargo del médico aragonés Martín Sessé y Lacasta en 1787, tuvo como objetivo el documentar la riqueza vegetal de esta región. Esta expedición recorrió gran parte de la entonces Nueva España y de las Antillas, duró 16 años y en ese tiempo Sessé y su compañía solo registraron seis especies de *Agave* en territorio novohispano (Nelson Sutherland, 1997; Sessé y Mociño, 1893; 1887).

Christian Julius Schiede y Ferdinand Deppe exploraron el centro de Veracruz entre 1828 y 1830, en particular, el volcán Cofre de Perote y parte de la Sierra de Misantla, durante su recorrido recolectaron numerosos ejemplares que resultarían en nuevas especies vegetales, entre ellos se encuentran dos agaves: *A. obscura* y *A. lophantha* (Cházaro et al., 2016; Schiede, 1829; 1830)

Es hasta las primeras décadas del siglo XX cuando comienzan a publicarse trabajos basados en estudios de poblaciones silvestres de agaves en el nuevo mundo. A principios de la década de 1900, William Trelease estudia el grupo de cultivares denominados zapupe en la región de Tuxpan al norte de Veracruz. Motivado por la importancia del comercio de fibras, analizó las 11 denominaciones de zapupe que se registraban en esa zona. Describió cinco nuevas especies y registró una más, todas de importancia comercial o etnobotánica (William Trelease, 1909). Después, este mismo autor describió *A. mirabilis* (\equiv *A. atrovirens* var. *mirabilis* (Trel.) Gentry) a partir de ejemplares cultivados en el poblado de Las Vigas (Trelease, 1920).

Cházaro (1989) estudió las Agavaceae de la zona central de Veracruz y sus límites con el estado de Puebla. El autor enlista 25 especies de la familia, incluye algunas especies cultivadas y registra nueve especies de *Agave*. En esa misma zona del estado, Ullrich (1990) resuelve el conflicto nomenclatural entre *A. obscura* Schiede y *A. horrida* Lem. Se reconoce la identificación errónea de la localidad tipo de *A. obscura* y se describe un taxón infraespecífico de *A. horrida* para las poblaciones del malpaís de Totalco.

Sosa y Gómez-Pompa (1994) publicaron el listado florístico de Veracruz, en el cual registraron 21 especies y cinco infraespecies de *Agave*. De éstas, solo siete se consideran como registros válidos para el estado, el resto son errores de determinación, se trata de plantas cultivadas o en su defecto son sinónimos (Cházaro-Basáñez et al., 2008). Derivado de las exploraciones botánicas en los bosques tropicales del sur de Veracruz durante la década de 1980, se describe *A. wendtii*. Esta especie se considera endémica de los márgenes cársticos del río Uxpanapa (Cházaro, 1997; 1995).

Durante la revisión de los endemismos de la flora vascular de Veracruz se registran tres taxa endémicos del estado, dos especies y una subespecie (Castillo-Campos et al., 2005). Sin embargo, desde la última década se han descrito tres nuevas especies de *Agave* endémicas de Veracruz (Cházaro-Basáñez et al., 2010; Cházaro-Basáñez y Vázquez-García, 2013; Arzaba-

Villalba et al., 2018) y se han publicado cuatro nuevos registros para la entidad (Cházaro et al., 2008; Cházaro et al., 2012; Rivera-Hernández et al., 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

Una revisión bibliográfica de fuentes especializadas en sistemática, taxonomía y florística del género *Agave* se llevó a cabo para conocer los taxa registrados en el estado de Veracruz. Se tomaron como base el listado de las plantas vasculares nativas de México y la información disponible para el estado de Veracruz en Tropicos.org Missouri Botanical Garden (2016). Se recopilaron las descripciones originales de cada una de las especies de *Agave* registradas para el estado de Veracruz, las cuales fueron facilitadas por especialistas en el grupo de estudio, Biodiversity Heritage Library (biodiversitylibrary.org) y Hathi Trust Digital Library (<https://www.hathitrust.org/>). Se revisaron las colecciones pertinentes de los principales herbarios nacionales y locales y se consultaron las colecciones virtuales disponibles o bases de datos de herbarios internacionales (Cuadro 1).

Entre 2017 y 2018 se realizaron diversas expediciones botánicas con el objetivo de tener una mejor representatividad de las poblaciones de *Agave* en la entidad veracruzana. Los especímenes recolectados fueron depositados en la colección del Herbario-Hortorio CHAPA con duplicados en los herbarios XAL y MEXU. Adicional a los ejemplares de herbario, se preservaron flores y frutos en una solución 1:1 de agua y etanol al 70% para efectuar observaciones detalladas en gabinete.

Cada una de las poblaciones visitadas fue georeferenciada en campo con ayuda de GPS Garmin Etrex 30x. De las etiquetas de los ejemplares de herbario revisados se recopiló información geográfica de los taxa. Aquellos que no contaban con coordenadas geográficas fueron georeferenciados con ayuda de cartas topográficas y GoogleEarth Pro. Luego se consultó la base de datos GBIF.org. Con esto se construyó una base de datos, de la cual solo se consideraron válidos los registros que tenían un respaldo de herbario. Una vez validados los registros se generaron mapas de distribución actual de los taxa en el estado de Veracruz con ArcGis versión 10.3.

Se revisaron un total de 170 ejemplares de herbario colectados en Veracruz. Los caracteres morfológicos determinados se mencionan en el capítulo I, los cuales sirvieron de base para elaborar claves artificiales para la identificación de los taxa a nivel específico e infraespecífico.

Se elaboraron descripciones taxonómicas de los taxa, las cuales consideran los siguientes apartados: sinonimia, descripción morfológica, distribución geográfica, ejemplares examinados. Los nombres de los municipios y localidades de colecta se transcribieron tal como aparecen en las etiquetas de herbario. Cuando alguno de estos nombres no corresponden a los oficiales se añadió el nombre correcto entre corchetes. Para el hábitat, se utilizó la clasificación de los tipos de vegetación propuestos por Rzedowski (1978); los datos de fenología fueron obtenidos de la información de los ejemplares de herbario y de literatura; los nombres comunes y usos, fueron recopilados en las expediciones botánicas y en la literatura consultada. Se presenta de igual manera una ilustración a líneas y puntos para cada uno de los taxa descritos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Agave L. Sp. Pl. 1: 323. 1753.

Rosetófilas suculentas, monocárpicas o policárpicas, perennes o multianuales, solitarias, surculosas o cespitosas; **acaules o caulescentes**, con tallos cortos y gruesos o en ocasiones delgados, superando 2 m de largo, simples o ramificados, algunas veces rastreros o colgantes. **Rosetas** densas o laxas. **Hojas** lineales, lanceoladas, ovadas o deltoides, cóncavas o planas, rígidas a flexibles, carnosas o fibrosas; ápice con espina terminal o algunas veces calloso; márgenes serrulados, denticulados, dentados o córneos. **Inflorescencia** paniculada o espiciforme, erecta o recurvada, algunas veces bulbífera; pedúnculo bracteado y bracteolado. **Flores** bisexuales, protándricas, pediceladas o sésiles, epíginas, erectas, suculentas; cuello constreñido o no sobre el ovario; tépalos 6, 2-verticilados, similares o desiguales, imbricados, libres o fusionados en un perigonio tubular, hipocrateriforme, infundibuliforme o campanulado, ápices redondeados, obtusos o cuculados, nectarios 3; estambres 6, exertos, insertados en el tubo del perigonio o en la base de los tépalos, filamentos filiformes; anteras dorsifijas, versátiles con dehiscencia longitudinal; ovario cilíndrico o triquetro, prolongado en un cuello, 3-carpelar, 3-

locular, ovarios anátropos, en dos series por lóculo, estilo exerto, filiforme, estigma 3-lobado, glandular o papiloso. **Fruto** una cápsula con dehiscencia loculicida, con frecuencia leñosa. **Semillas** lunuladas, auriculadas o triangulares, aplanadas, angostamente aladas en su porción convexa, negro brillantes.

Género con cerca de 200 especies (*Agave s.s.*) distribuidas desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Sudamérica y las Antillas. En México se encuentran ca. de 160 especies. En el estado de Veracruz se registran 21 taxa, estos corresponden con 20 especies y un taxón indeterminado. El género se distribuye en un gradiente altitudinal desde el nivel del mar hasta 2800 m. La mayor riqueza de especies se concentra en la porción central del estado donde se encuentran los principales sistemas montañosos y el Valle de Perote (Figura 6). Se pueden encontrar en todos los tipos de vegetación del estado, excepto páramos de altura. Cuatro especies se consideran endémicas de la entidad: *A. gomezpompae*, *A. jimenoii*, *A. maria-patriciae* y *A. wendtii*.

Clave para la determinación de los subgéneros de *Agave* en Veracruz

1. Inflorescencia paniculada, erecta, ramificada lateralmente, flores dispuestas en grandes umbelas **subg. *Agave***
1. Inflorescencia espiciforme, erecta o recurvada, no ramificada lateralmente, flores geminadas o en grupos de tres, raramente con pedúnculos inconspicuos **subg. *Littaea***

Subgénero *Agave*

Plantas monocárpicas, solitarias o surculosas; **acaules o caulescentes**, con tallos cortos y gruesos, simples. **Rosetas** densas o laxas, variables en tamaño, entre 30 y 300 cm de altura. **Hojas** ensiformes, lanceoladas o deltoides, cóncavas o planas, rígidas, fibrosas; ápice con espina terminal robusta; márgenes denticulados, dentados o córneos. **Inflorescencia** paniculada, erecta, algunas veces bulbífera; pedúnculo bracteado, ramificado lateralmente en segundo, tercero o cuarto grado, de hasta 7 m de altura; brácteas carnosas o coriáceas, persistentes o caducas. **Flores** dispuestas en amplias umbelas, algunas veces formando densas panículas esfeoidales. **Fruto** con frecuencia leñoso. **Semillas** de hasta 0.9 cm de largo.

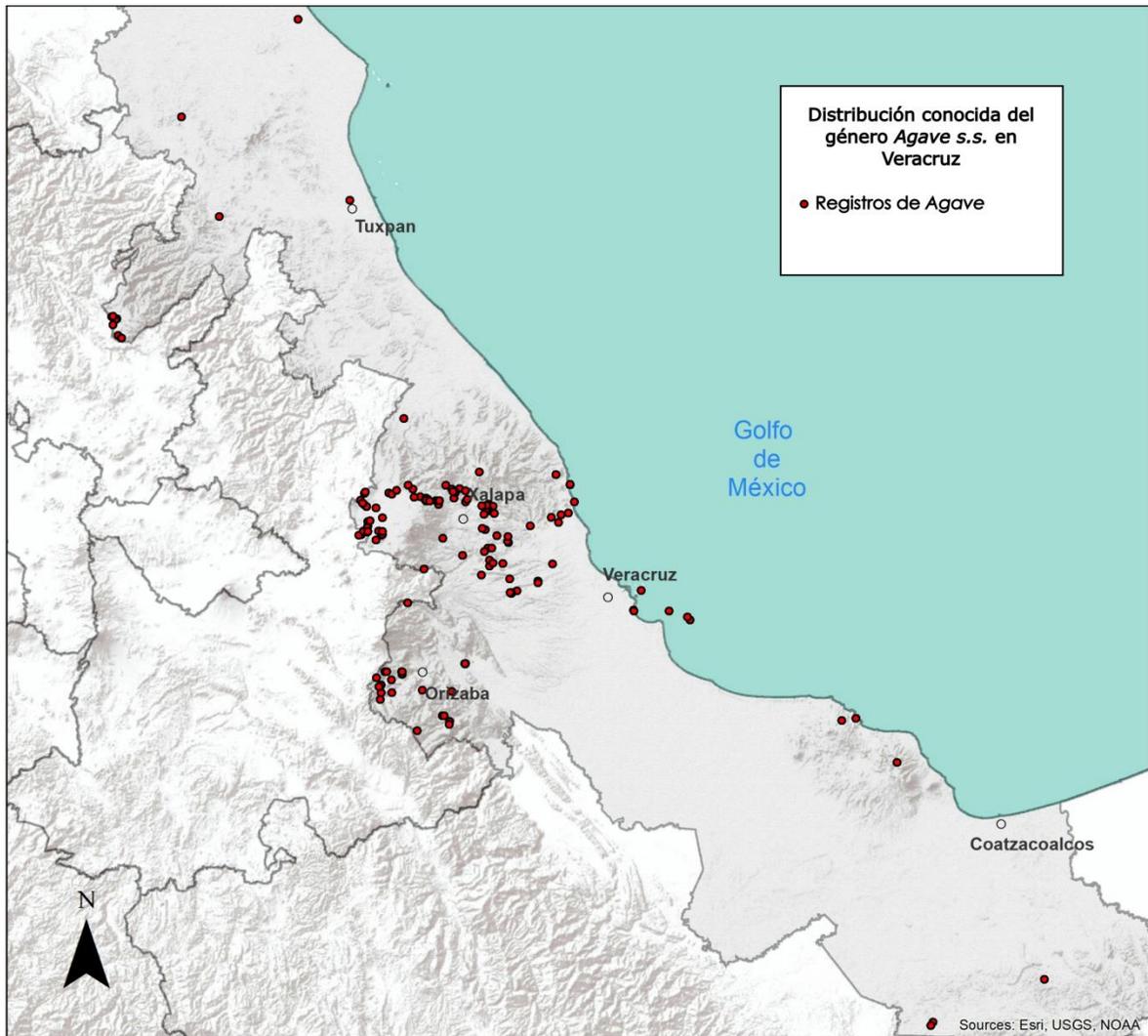


Figura 6. Distribución conocida del género *Agave* s.s. en Veracruz.

Clave para la determinación de las especies del subgénero *Agave* en Veracruz

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Plantas pequeñas a medianas, inflorescencias de 5 m o menos de altura | 2 |
| 2. Rosetas caulescentes, hojas lineares o lanceoladas de hasta 90 cm de largo y hasta 9 cm de ancho, espina terminal aguda, panículas densas a laxas. | <i>A. angustifolia</i> |
| 2. Rosetas acaules, hojas ovado-lanceoladas de hasta 31 cm de largo y hasta 11 cm de ancho, espina terminal sinuosa, panículas densas | <i>A. potatorum</i> |
| 1. Plantas grandes a gigantes, inflorescencias de 5 a 10 m de altura | 3 |

3. Hojas deltoides, glaucas, menores de 1 m de largo, margen córneo presente y prominente

A. applanata

3. Hojas lanceoladas, verdes o verde-glaucas, de hasta 2 m de largo, margen córneo ausente o muy delgado **4**

4. Brácteas del escapo no imbricadas, panículas congestas y esferoidales, flores menores de 8 cm de largo *A. atrovirens var. mirabilis*

4. Brácteas del escapo frecuentemente imbricadas, panículas amplias, flores de hasta 11 cm de largo *A. salmiana*

Agave angustifolia Haw., Syn. Pl. Succ. 72. 1812. TIPO: [neotipo] México. Oaxaca: 3 km N of Tutla, 2200 m, Distrito Huajuapán de León, Municipio San Andrés Dinicuite, *García-Mendoza y Palma 5654*, 29.VI.1992 (MEXU!). Designado por García-Mendoza y Chiang, *Brittonia* 55: 86. 2003.

Agave lurida Jacq., *Collectanea* 4: 94, t. 1. 1790, *non A. lurida* Aiton. *nom. illeg.*

Agave jacquiniana Schult., *Syst. Veg.* 7(1): 727. 1829.

Agave ixtli Karw. ex Salm-Dyck, *Hort. Dyck* 304. 1837.

Agave jacquiniana Schult. ex Hook., *Bot. Mag.* t. 5097. 1859. *nom. illeg.*

Agave elongata Jacobi, *Hamburger Garten- Blumenzeitung* 168. 1865.

Agave zapupe Trel., *Trans. Acad. Sci. St. Louis* 18: 32–33. 1909.

Agave lespinassei Trel., *ibid.* p.33–34.

Agave endlichiana Trel., *ibid.* p.34.

Agave aboriginum Trel., *ibid.* p. 34–35.

Agave bergeri Trel. ex A. Berger, *Die Agaven* 250–251, f. 74. 1915.

Agave kirchneriana A. Berger, *Die Agaven* 252. 1915.

Plantas subcaulescentes o caulescentes, tallos 20–40 cm de longitud, **rosetas** abiertas, surculosas 80–100 cm de altura, 100–150 cm de ancho. **Hojas** 20–40 por roseta, ensiformes, lineares o lanceoladas, 60–91 cm de largo, 2.2–9 cm de ancho, poco flexibles, regularmente cóncavas, ascendentes, verde claro, oscuro o cinéreo; margen denticulado, denticulos 0.1–0.5 de largo, 0.2–0.5 cm de ancho, café oscuro o rojizo, recurvados, cuspidados o algunas veces

reflexos; espina terminal cónica aguda, 1.5–3 cm de largo, café oscuro o rojiza. **Inflorescencia** paniculada, 2–4.2 m de altura, ramas horizontales comúnmente sobre el tercio superior, panículas variables en número, frecuentemente bulbíferas; brácteas triangulares, cartáceas a coriáceas, 12–15 cm de largo, 3–4 cm de ancho en su base. **Flores** 4.9–7 cm de largo, amarillo rojizas o verdosas; tépalos 1.7–2.3 cm de largo, 0.3–0.5 cm de ancho, erectos, oblongos o lineares, los externos más anchos y superpuestos a los internos, pronto marchitos, envolviendo a los filamentos de los estambres, ápices redondeados o algunas veces cuculados; tubo del perigonio 0.7–1 cm de largo, 0.8–1 cm de diámetro, ampliamente infundibuliforme; filamentos 3.6–5.5 cm de largo, amarillentos o rojizos, insertos entre la mitad y el borde del tubo del perigonio, anteras 1.9–2.2 cm de largo; cuello variable en su constricción, 0.2–1 cm de largo, 0.5–0.7 cm de ancho; ovario 2.1–3.1 cm de ancho, 0.7–1 cm de largo, cilíndrico o angulado, más angosto hacia la base, estilo amarillento o rojizo 3.8–4.5 cm de largo; **cápsulas** 4–5 cm de largo, 2–3 cm de ancho, elípticas u ovoides, café oscuras o negras; **semillas** 0.6–0.8 cm de largo, 0.3–0.5 cm de ancho, lunuladas a auriculadas.

Distribución: Del noreste de Sonora y norte de Tamaulipas hasta Costa Rica en Centroamérica. Especie con la mayor distribución geográfica del género.

Ejemplares examinados: **Mpio. Actopan**, 1.3 km al NE de la Estación Científica La Mancha, *Carrillo-Reyes y Nicolalde*, 4229 (MEXU, XAL); Cerro de la Mesa, al N de Mozomboa Puente río Actopan, *Acosta y Acosta 114* (MEXU); 3 km al S de Actopan, *García-Mendoza et al. 5730* (MEXU); Villa Rica, where Cortez landed, on rocky point 8-10 m above sea, *Gentry y Dorantes 23374* (DES, MEXU, US); Quebrada de Villa Rica, *Arzaba et al. 715* (CHAPA, MEXU, XAL); Rancho Gallegos, 5 km al E de Mozomboa, *Arzaba et al. 712* (CHAPA, XAL); **Mpio. Acultzingo**, Cerro a la derecha de Tecamalucan, *Rivera et al. 4946* (MEXU); La Organera, cerro al N de Sierra de Agua, propiedad de Aguaxinola, *Rivera et al. 5846* (MEXU); **Mpio. Alvarado**, La Gaviota, 12 km al N de Alvarado, carretera a Veracruz, *García Mendoza y Martínez 7405* (MEXU); Isla de Enmedio, frente a Antón Lizardo, *Lot 1370* (MEXU); Isla Salmedina frente a Antón Lizardo, *Lot 1772* (MEXU); Poblado de Camaronera, sobre la carretera Veracruz-Alvarado, *Arzaba et al. 728* (CHAPA); 2 km al O de Arbolillo, sobre la carretera Veracruz-Alvarado, *Mézquita y Zamora s/n* (CHAPA); **Mpio. Catemaco**, carretera La Palma a Balzapote a 5 km de la desviación para Playa Escondida, *Calzada 2452* (MEXU, XAL); Playa Escondida, a

3 km al SW de la Estación Biológica Los Tuxtlas, sobre acantilado, *Castillejos y Gutiérrez 1175* (MEXU); **Mpio. Coatepec**, pozo de cantera, en las faldas del cerro de Chavarrillo, *Castillo y Tapia 883* (MEXU); **Mpio. Emiliano Zapata**, 11 km al sur de Xalapa, camino a Veracruz, *García-Mendoza et al. 5726* (MEXU); **Mpio. Maltrata**, 2 km al E de Maltrata, cerca de la ermita, *Arzaba y Rosales 741* (CHAPA); **Mpio. Paso de Ovejas**, 2 km al SO de Cantarranas, *Castillo y Medina 3543* (MEXU); **Mpio. Puente Nacional**, barranca de Santa María Tetetla, como a 4-5 km antes de llegar a este poblado, viniendo de Mata de Jobo, *Cházaro et al. 4346* (XAL); **Mpio. Tatahuicapan**, escarpes orientales del volcán Santa Marta, *Ramírez 4799* (MEXU); **Mpio. Veracruz**, Isla Verde, A. *Lot 796* (MEXU); **Mpio. Xalapa**, El Lencero, km 14 carretera Xalapa-Veracruz, *Colunga y Zizumbo 232* (MEXU); 11 km, carretera Xalapa-Veracruz, *Zolá 829* (ENCB, MEXU, XAL).

Hábitat: Espacios abiertos, comúnmente rocosos en bosques tropicales subcaducifolios y caducifolios; bosque de *Quercus*, matorral xerófilo, vegetación halófila de duna costera y zonas perturbadas, desde el nivel del mar hasta 1700 metros de altitud. Esta especie al parecer es un elemento natural de la vegetación de las islas del Parque Arrecifal Veracruzano.

Fenología: Florece en verano en los meses junio y julio, eventualmente florece en invierno o primavera. Es común encontrar cápsulas maduras en los meses de otoño e invierno.

Nombres comunes: Maguey, maguey de ixtle, quiote, zapupe.

Usos: En la zona de la Huasteca se cultivan algunas formas bajo el nombre de zapupe con cuyas fibras se elaboran diversas artesanías. En algunas comunidades del Sotavento las infrutescencias se usan como árboles navideños, mientras que en la zona del Papaloapan se usan como ornamento en la festividad decembrina conocida como “La Rama”. También se usan como cercos vivos y para la fijación de dunas costeras.

Nota taxonómica: Los ejemplares analizados de *A. angustifolia* parecen agruparse en dos morfotipos: uno con rosetas pequeñas, hojas marcadamente angostas de color verde claro, y un segundo grupo, con rosetas grandes, hojas anchas de color verde grisáceas. Gentry (1982) registra la presencia en el norte de Veracruz de *A. angustifolia* var. *deweyana* (Trel.) Gentry. Sin embargo, indica que esta variedad no está bien delimitada y que varios clones se cultivaban bajo este nombre (*A. deweyana* Trel. “zapupe verde”) además que otros ejemplares recolectados en la

zona de Tuxpan presentan hojas más anchas y dentículos más espaciados (Gentry *l.c.*). Debido a la falta de ejemplares examinados de esa zona y a que la distribución de los morfotipos encontrados se mezclan a través del territorio veracruzano, se decidió no reconocer categorías infra específicas para *A. angustifolia* en Veracruz.

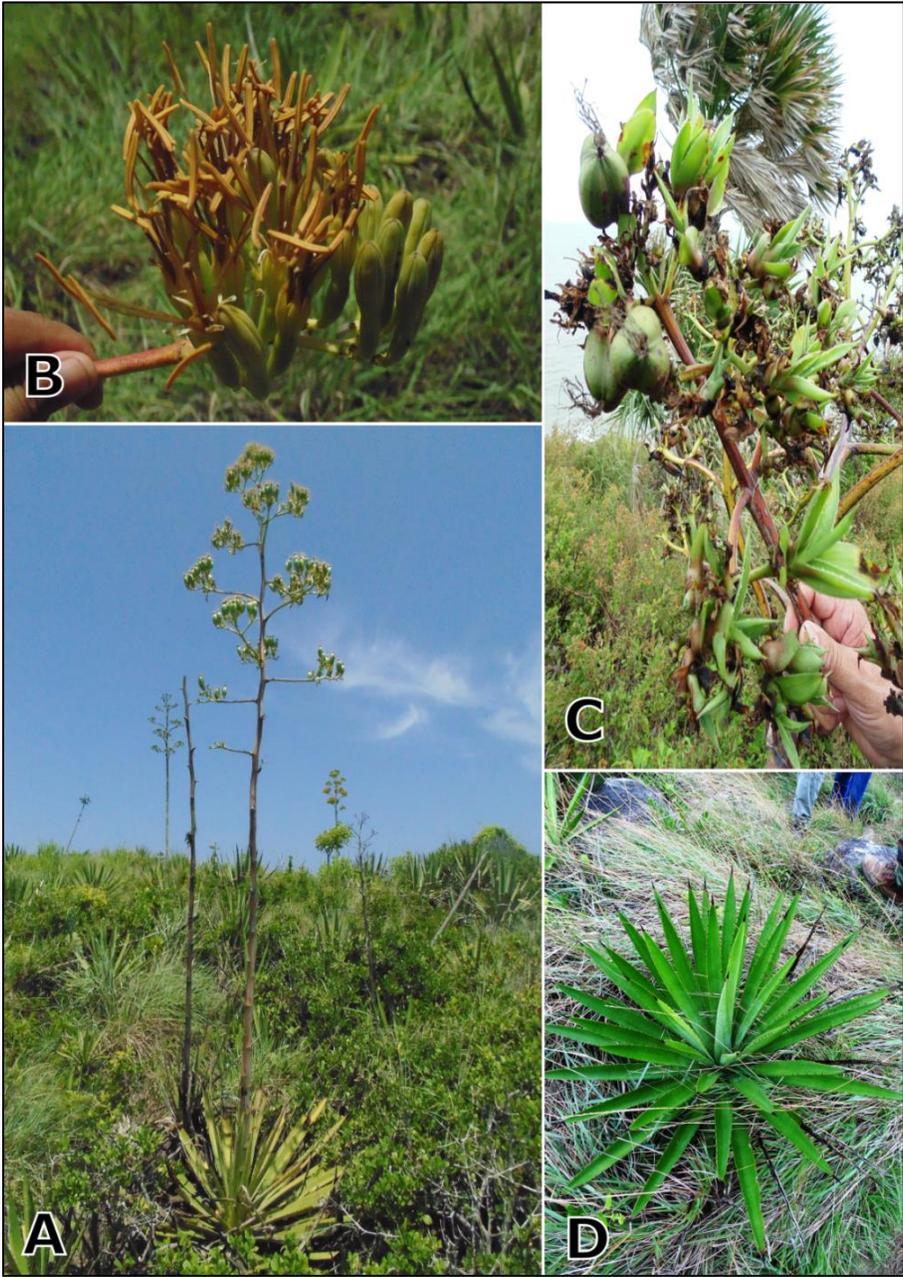


Figura 7. *Agave angustifolia*. A. Hábito, B. Flores, C. Frutos y bulbilos, D. Roseta.

Agave applanata Hort. ex Koch, Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten 5: 198. 1862. TIPO: [neotipo] México. Veracruz: Limón, on the interoceanic R.R. above Jalapa, *Trelease 1*, 26.II.1905 (MO). Designado por Gentry, *Agaves Cont. N. Amer.* 226. 1982.

Agave applanata Lem. ex Jacobi, Hamburger Garten- Blumenzeitung 20:550. 1864. *nom. illeg.*

Plantas acaules o subcaulescentes, rosetas densas, solitarias, 90–110 cm de alto, 110–150 cm de ancho, raramente de menor tamaño. **Hojas** 40–90 por roseta, deltoides a lanceoladas, 70–80 cm de largo, 10–18 cm de ancho, rígidas, planas a semicóncavas, ascendentes, muy fibrosas con margen córneo y denticulado, denticulos 0.8–1.5 cm de largo, 0.2–0.7 cm de ancho en su base, grises, cuspidados, irregularmente curvados o reflexos; espina terminal aplanada o ampliamente acanalada, aguda, 3–4 cm de largo, grisácea. **Inflorescencia** paniculada, 6–10 m de altura, ramificándose sobre la mitad superior, ramas 40–50, terminado en panículas densas; brácteas del escapo triangulares, coriáceas, 23–25 cm de largo por 8–10 cm de ancho en su base, las basales frecuentemente dentadas. **Flores** 5.5–7 cm de largo, verdosas a verde oscuro, algunas veces rojizas; tépalos 1.8–2.2 cm de largo, 0.4–0.6 cm de ancho en su base, erectos, oblongos o lineares, desiguales, los externos más largos, los internos quillados, ápices cuculados, puberulentos; tubo del perigonio 0.9–1.9 cm de largo, 0.6–1.7 cm de diámetro, infundibuliforme o cilíndrico; filamentos 4.5–5 cm de largo, verde rojizos, 2-seriados, insertos cerca de la mitad del tubo del perigonio, anteras 1.2–2.7 cm de largo; cuello medianamente constreñido, 0.9–1 cm de largo por 0.8 cm de ancho; ovario 2.9–3.7 cm de largo, 0.6–1 cm de ancho, cilíndrico, estilo amarillento o rojizo, 5–7 cm de largo; **cápsulas** 4.0–5 cm de largo, 2.5 cm de ancho, oblongas, café obscuras o negras; **semillas** 0.4–0.6 cm de largo, 0.3–0.5 cm de ancho, auriculadas.

Distribución: Endémica de México. Se distribuye en Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. En Veracruz crece en el Valle de Perote colindante con Puebla.

Ejemplares examinados: **Mpio. Huayacocotla**, Agua Bendita, camino a Las Blancas, *Arzaba y Cházaro*, 706 (CHAPA, XAL); **Mpio. Las Vigas**, 5 km antes de Las Vigas, *Martínez et al. B.F. I 17* (MEXU); **Mpio. Perote**, protegida a las orillas de Frijol Colorado, *García-Mendoza, et al.*

5741 (MEXU); **Mpio. Totalco [Perote]** lava beds by Limón, *Gentry et al. 20415* (MEXU); **[Altotonga]** Magueyitos, *Gentry et al. 20420*. **Puebla, Mpio. Chignautla**, Los Humeros, cerca de la ermita a la entrada del pueblo, *Arzaba et al. 768* (CHAPA, XAL); **Mpio. Tepeyahualco [Chignautla]**, Sierra de Maxtaloyan [Mastaloya], brecha geotérmica hacia Los Humeros, *Cházaro et al. 3856* (XAL).

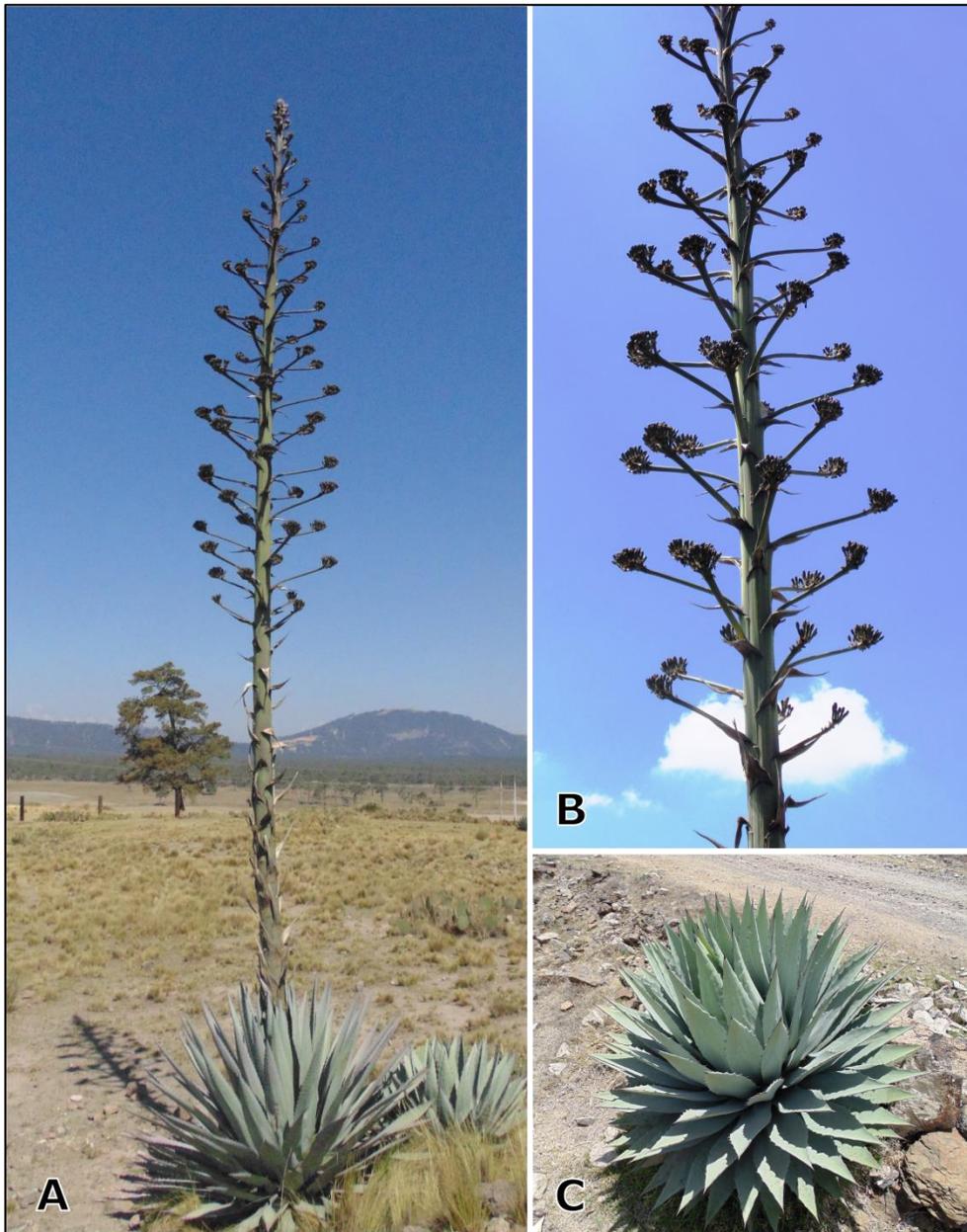


Figura 8. *Agave applanata*. A. Hábito, B. Inflorescencia en desarrollo, C. Roseta.

Hábitat: Matorral xerófilo y bosque de coníferas (*Pinus*, *Juniperus*), entre 2160 y 2800 metros de altitud.

Fenología: Florece y fructifica entre junio y septiembre.

Nombres comunes: Maguey de ixtle, maguey tepozco, teometl.

Usos: Agave pulquero. Las hojas se usan para la extracción de fibras.

Nota taxonómica: *A. applanata* crece de manera silvestre en la región semiárida del malpaís de Totalco en el Valle de Perote, de donde fue propagado al norte y centro del país por los antiguos pobladores mesoamericanos (Gentry, 1982).

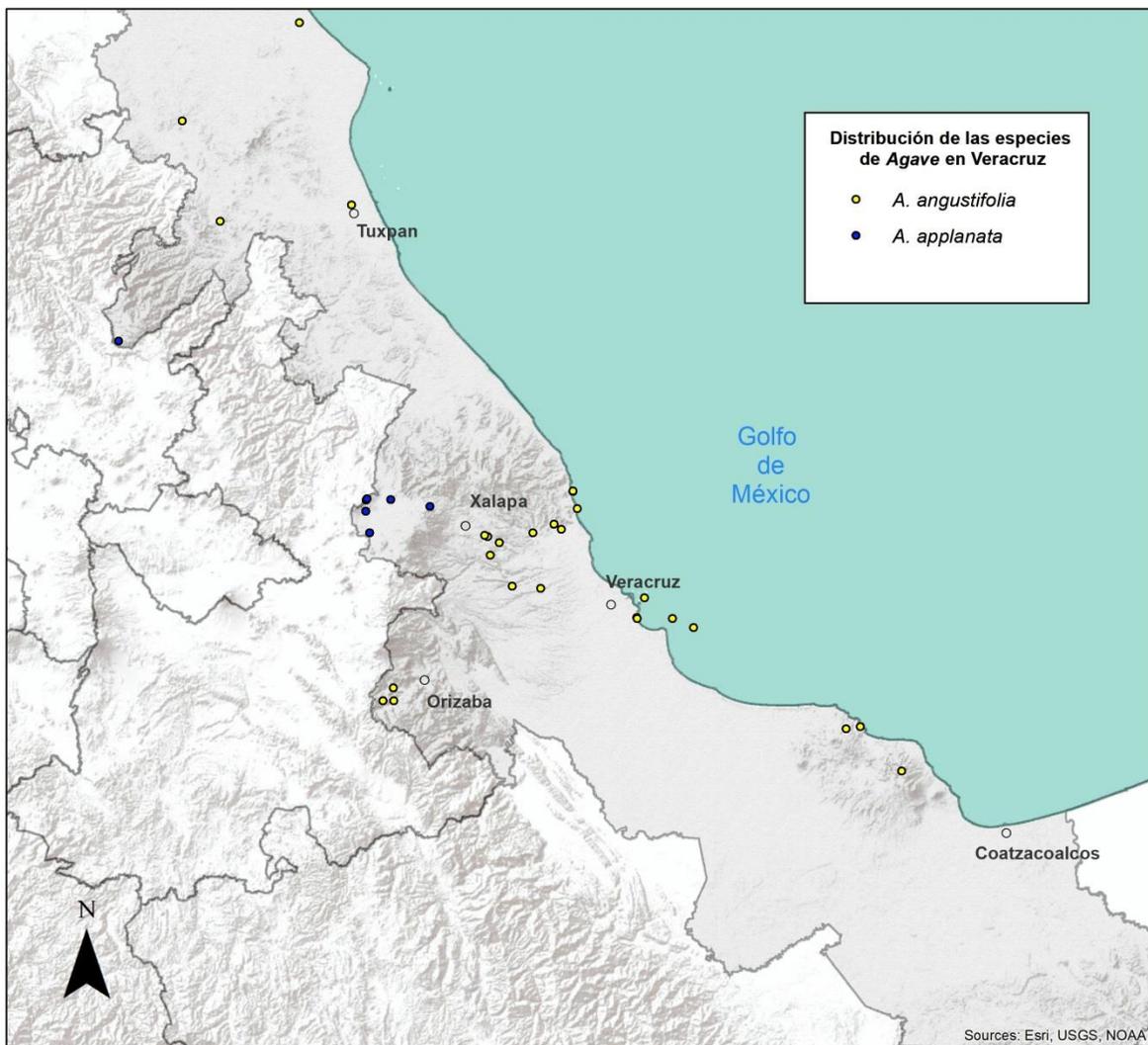


Figura 9. Distribución de *Agave angustifolia* y *A. applanata* en Veracruz.

Agave atrovirens Karw. ex Salm-Dyck, Hort. Dyck. 7: 302. 1834. TIPO: [neotipo] México. Oaxaca: ca. 20 miles SE of Miahuatlan along road to Pochutla, on Sierra Madre del Sur, alt. ca. 7500 ft on open mountain slope, *Gentry* 22377, 26.X.1967 (US). Designado por Gentry, *Agaves Cont. N. Amer.* 226. 1982.

Agave tehuacanensis Karw. ex Otto, Allg. Gartenzeitung 10: 51. 1842.

Agave tehuacanensis Karw. ex Salm-Dyck, *Bonplandia* 7: 88. 1859. *nom illeg.*

Agave latissima Jacobi, *Hamburger Garten- Blumenzeitung* 20: 499. 1864.

Agave schlehtendahlui Jacobi, *ibid* 20: 555. 1864.

Agave coccinea Roezl ex Jacobi, *ibid* 21: 61. 1865.

Agave ottonis Jacobi, *ibid* 22: 320. 1866.

Agave canartiana Jacobi, *Abh. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Abth. Naturwiss.* 147. 1869.

Agave deflexispina Jacobi, *Nachtr.* 2: 72. 1867.

Agave mirabilis Trelease, *Contr. U.S. Natl. Herb.* 23(1): 131. 1920.

Agave atrovirens var. *mirabilis* (Trel.) Gentry, *Agaves Cont. N. Amer.* 473–476, f. 17.6. 1982. TIPO: México, Veracruz: Las Vigas, *Trelease* 7, 03.II.1905 (MO) Isotipo: DES.

Agave mirabilis Trelease, *Contr. U.S. Natl. Herb.* 23(1): 131. 1920.

Plantas acaules, rosetas abiertas, laxas, solitarias, 200–300 cm de alto, 380–400 cm de ancho. **Hojas** 38–50 por roseta, lanceoladas, 165–200 cm de largo, 30–38 cm de ancho, rígidas, suculentas, planas, cóncavas, ascendentes, comúnmente reflexas en la mitad o tercio superior, glaucas, pruinosas; margen ondulado y denticulado, denticulos 0.8–1 cm de largo, 1.5 cm de ancho en su base, café oscuros, irregularmente curvados; espina terminal acanalada, aguda, 5–6 cm de largo, café obscura. **Inflorescencia** paniculada, 7–10 m de altura, ramificándose sobre el tercio superior, ramas 20–35, terminado en panículas congestas, esferoidales; brácteas del escapo triangulares, cartáceas, deciduas, con margen entero, 30–40 cm de largo por 10–20 cm de ancho en su base. **Flores** 7–8 cm de largo, verde amarillentas a rojizas; tépalos 2.9–3.5 cm de largo, 0.5–0.7 cm de ancho, carnosos, erectos, lineares a oblongos, desiguales, los externos más largos y gruesos, los internos quillados, ápices cuculados a incurvados; tubo del perigonio 1.0–1.5 cm de largo, 0.9–1 cm de diámetro, infundibuliforme; cuello constreñido, surcado 0.6–0.7 cm de largo,

0.4 cm de ancho; filamentos 5.5–6.5 cm de largo, amarillo rojizos, insertos en la mitad distal del tubo del perigonio, anteras 3.0–3.2 cm de largo; ovario 3–4 cm de largo, 0.8–1 cm de ancho, cilíndrico, angulado, estilo rojizo 7.0–7.5 cm de largo; **cápsulas** 6.0–6.5 cm de largo, 2.5 cm de ancho, elípticas a oblongas, café oscuras o negras; **semillas** 0.8–0.9 cm de largo, 0.7–0.8 cm de ancho, auriculadas.

Distribución: En los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz. En este último se conoce cultivado en el oriente del Valle de Perote y en la zona alta de la Sierra de Zongolica, en los límites con el estado de Puebla. Variedad endémica de México.

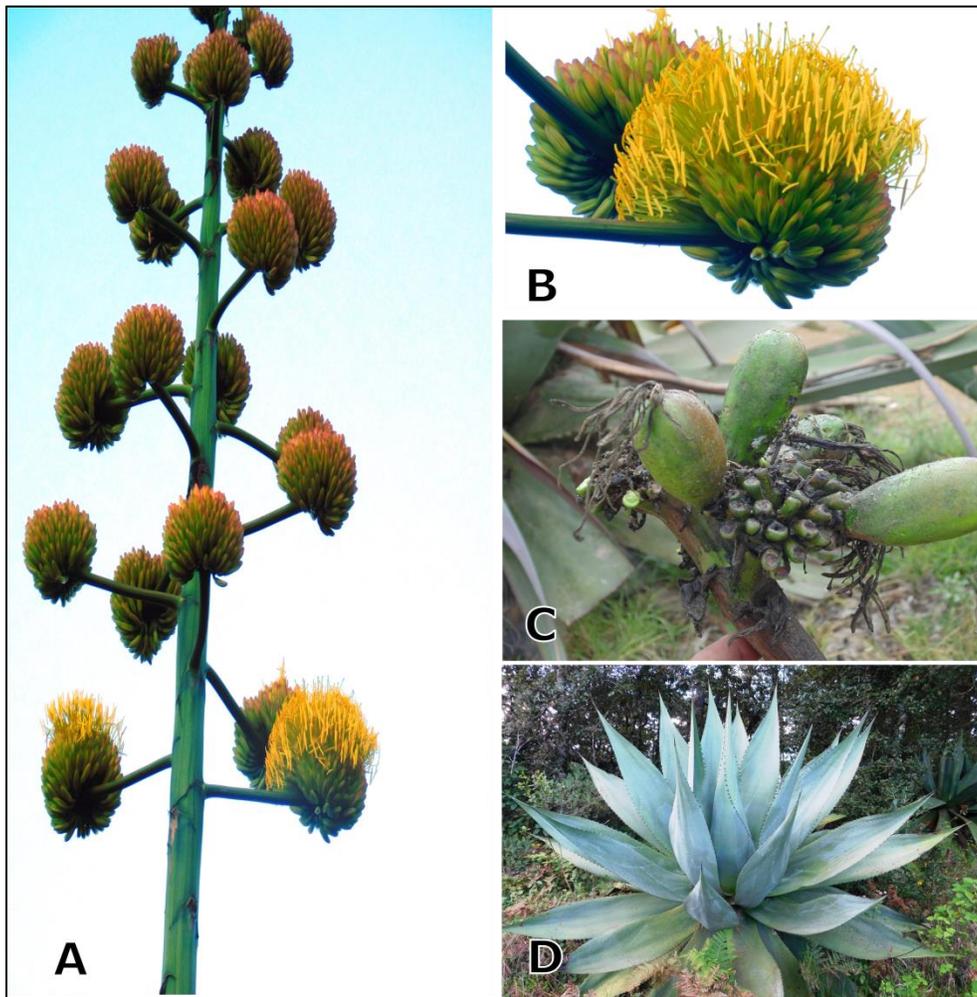


Figura 10. *Agave atrovirens* var. *mirabilis*. A. Inflorescencia, B. Flores, C. Frutos inmaduros, D. Roseta.

Ejemplares examinados: **Mpio. Las Vigas**, Las Vigas, *Gentry et al. 20413* (ARIZ) **Mpio. [Maltrata?]**, 5 km del límite de los estados de Puebla y Veracruz, autopista, *Gómez-Pompa y L. Nevling 1340* (MEXU), *ibid*, *L. Nevling y A. Gómez-Pompa 1305* (MEXU); límites con Puebla sobre carretera Puebla-Orizaba, *Lot 1216* (MEXU); **Mpio. Tlaquilpa**, Tlaquilpa, camino hacia Astacinga, *Arzaba et al. 782* (CHAPA); **Mpio. Villa Aldama**, 2 km al SW de Villa Aldama, desviación carretera Perote-Teziutlán, *Arzaba et al. 638* (CHAPA); entrada al poblado Tepozoteco, al N de Villa Aldama, *Arzaba et al. 638a* (CHAPA).

Hábitat: Bosque de *Quercus*, *Quercus-Pinus* y transición con bosque de *Pinus*, entre 2460 y 2600 m de altitud.

Fenología: Florece entre noviembre y diciembre. Frutos maduros se pueden encontrar después de abril.

Nombres comunes: Maguey blanco, maguey cenizo.

Usos: Agave pulquero. Las flores son comestibles. Plantado como cercos vivos.

Nota taxonómica: Existen registros de la presencia las dos variedades de *A. atrovirens* en Veracruz (Gentry, 1982; Thiede, 2001; García-Mendoza, 2011). Sin embargo, los ejemplares indicados por Gentry (*l.c.*) en su *exsiccatae*, *Gentry 23877* y *Odgen et al. 5159* (ARIZ, DES, MEXU! y US) corresponden a localidades en el estado de Puebla, además de que durante la revisión de herbarios no se localizaron ejemplares de la variedad *atrovirens* recolectados en Veracruz. Aun así, es importante señalar que debido al cultivo de ambas variedades para la elaboración de pulque y aguamiel, no se puede descartar la presencia de la dicha variedad en Veracruz.

Agave potatorum Zuccarini, Flora 15: 2 (beiblatt 2) 96. 1832. TIPO: [neotipo] México. Puebla: 4-10 mi southwest of Tehuacán along to Zapotitlán, *Gentry et al., 20427*, VIII.1963 (MEXU!). Designado por García-Mendoza, Act. Bot. Mex. 91: 71-93. 2010. Isonotipos: ARZ, US.

Agave scolymus Karw. ex Salm-Dyck, Hort. Dyck. 1834, *non A. scolymus* A. Berger Gartenwelt. 1898. *A. scolymus* var. *polymorpha* A. Terrac., Prim. Contr. Monogr. Agave 38. 1885.

Agave elegans Hort. ex Salm-Dick, Bonplandia 7: 89. 1859.

Agave latifolia Hort. ex Salm-Dick, *ibid.*

Agave pulchra Hort. ex Salm-Dick, *ibid.*

Agave quadrata Lem. L'Illustration Horticole 11: 65. 1864.

Agave saundersii Hook. f., Bot. Mag. 91: t. 5493. 1865.

Agave verschaffeltii Lem. ex Jacobi, Hamburger Garten- Blumenzeitung 21. 1865.

Agave potatorum var. *verschaffeltii* (Lem.) A. Berger. 1915.

Plantas acaules, rosetas densas, solitarias, 30–50 cm alto, 30–70 cm de ancho. **Hojas** 40–65 por roseta, ovado-lanceoladas, 20–31 cm de largo, 9–11 cm de ancho, rígidas, planas o semicóncavas hacia el ápice, engrosadas en la base, verde glaucas; margen ondulado a crenado, mamilado, denticulos 0.5–0.9 cm de ancho en su base, 0.6–1 cm de largo, café rojizo o castaños, antrorsos, irregularmente curvados o reflexos; espina terminal acanalada, aguda, sinuosa, 3–3.5 cm de longitud, café rojiza o castaña, algunas veces grisácea. **Inflorescencia** paniculada, 3–5 m de alto, ramificándose sobre el tercio superior, ramas 10–20, terminado en panículas congestas; brácteas del escapo triangulares, cartáceas, con margen entero, 11–20 cm de largo, 5–7.5 cm de ancho. **Flores** 5–6 cm de largo, verde amarillentas a rojizas; tépalos 1–1.5 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho, carnosos, erectos, lineales, desiguales, los externos más largos, los internos quillados, ápices cuculados; tubo del perigonio 1.5 cm de largo, 1 cm de diámetro, infundibuliforme; filamentos 3.5–4 cm de largo, amarillo rojizos, insertos en la parte media del tubo del perigonio, anteras 1.4–1.5 cm de largo; cuello surcado 0.2 cm de largo; ovario 2.4–2.7 cm de largo, 0.6 cm de ancho, cilíndrico a angulado, estilo rojizo 3–5 cm de largo; **cápsulas** 5.0–5.5 cm de largo, 2.0 cm de ancho, oblongas, café obscuras o negras; **semillas** 0.5–0.6 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho, auriculadas.

Distribución: Endémica de México. En los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz. En Veracruz se conoce de la zona montañosa de Maltrata.



Figura 11. *Agave potatorum*. A. Roseta, B. Inflorescencias con frutos.

Ejemplares examinados: Mpio. Maltrata, Cerro al SO de Maltrata a 1.5 km del centro de Maltrata en línea recta, *Vargas et al. 1196* (MEXU); Paraje el Rincón, cerro al SW de Maltrata, *Arzaba y Rosales 739* (CHAPA).

Hábitat: Matorral xerófilo, entre 1907 y 2100 m de altitud. Fuera de la zona de estudio se registra en bosque tropical caducifolio y transición con bosque de *Quercus* a una altitud entre 1300 y 2400 m.

Fenología: Florece de agosto a diciembre, fructifica entre noviembre y marzo.

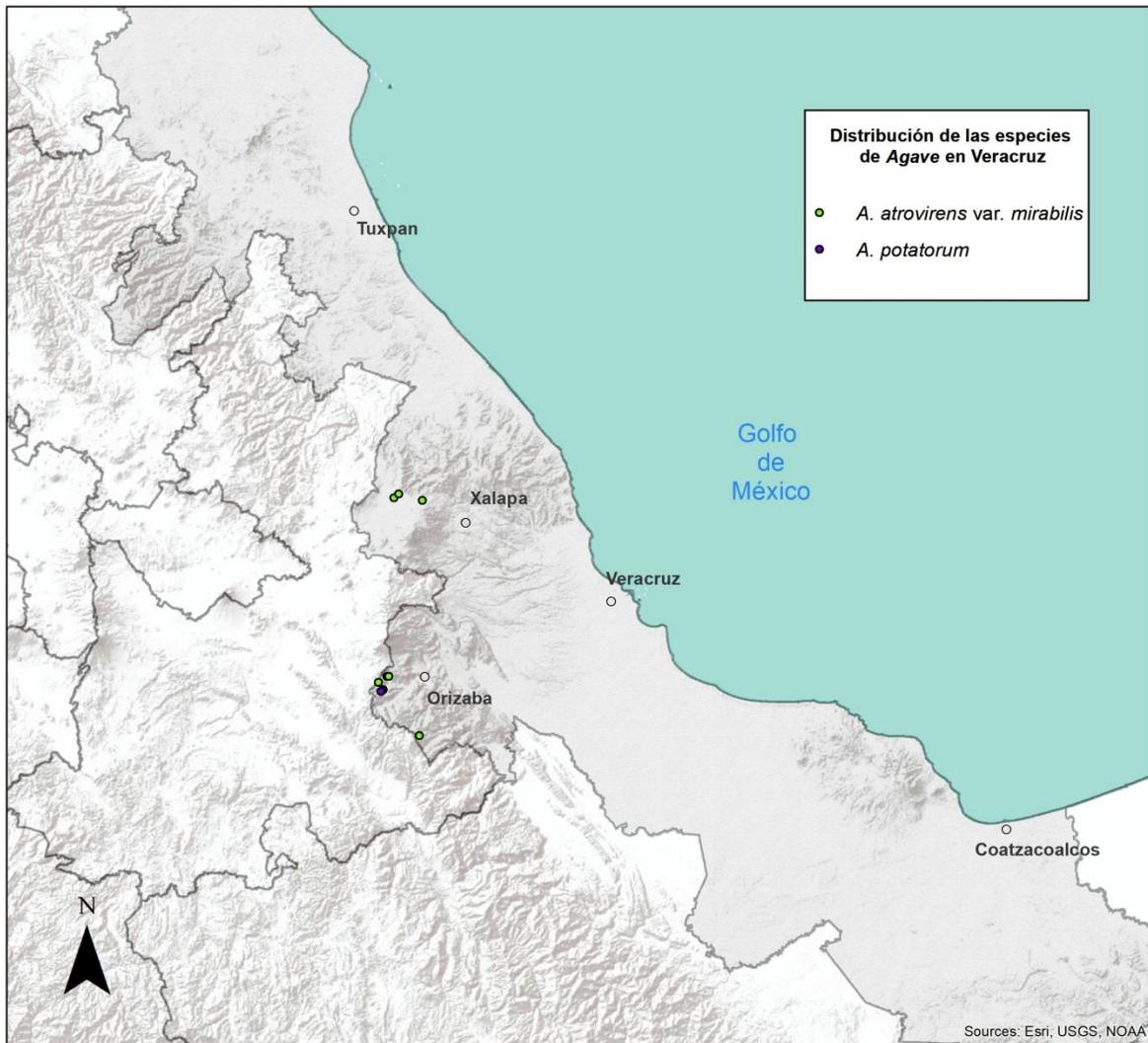


Figura 12. Distribución de *Agave atrovirens* var. *mirabilis* y *A. potatorum* en Veracruz.

Nombres comunes: Desconocido en la zona de estudio, en los estados de Puebla y Oaxaca se conoce como papalometl, papalomé o tobalá.

Usos: Desconocido en la zona de estudio. En Puebla y Oaxaca se emplea para la elaboración de mezcal, las flores y pedúnculo son comestibles.

Nota taxonómica: Rivera et al. (2015) registraron por primera vez esta especie en territorio veracruzano en las afueras de Maltrata, cerca de los límites con el estado de Puebla. No se conoce su presencia en otras zonas de Veracruz.

Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck, Bonplandia 7: 88. 1859. TIPO [neotipo]: México. Puebla: Mpio. Ixtacamaxtitla, Tenzocuahuigtic, magueyal del Sr. Juan Posadas Hernández, *García-Mendoza et al.* 8967, 23.IV.2008 (MEXU!). Designado por García-Mendoza, Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán 8: 52. 2011.

Plantas acaules o subcaulescentes, rosetas densas o laxas, urceoladas o no, variables en tamaño, 80–200 cm de alto, 100–400 cm de ancho, surculosas. **Hojas** variables en forma y tamaño, ampliamente lanceoladas a oblanceoladas, 60–200 cm de largo, 16–35 cm de ancho, variables en coloración, ápices sigmoideales, planas o cóncavas, márgenes rectos, ondulados o crenados, algunas veces mamilados, denticulados, en ocasiones con margen córneo; denticulos variables en forma y tamaño, regularmente triangulares, 0.5–2 cm de largo; espina terminal aguda, acanalada, 3.9–10 cm de largo. **Inflorescencia** paniculada, laxa, 4–8 m de altura, ramificada por arriba del tercio superior, 10–20 ramas terminando en amplias umbelas; brácteas del escapo triangulares, carnosas o coriáceas, de rígidas a flexibles, imbricadas o no. **Flores** 6–11 cm de largo, tépalos 1.6–3 cm de largo, lineares u oblongos, margen involuto, carnosos a coriáceos, desiguales, los exteriores más largos que los interiores, los interiores quillados, ápices obtusos a cuculados, recurvados hacia el interior en anthesis; tubo del perigonio 0.9–2 cm de largo, infundibuliforme; cuello poco constreñido, 0.5–1 cm de largo, 0.8–0.9 cm de ancho; filamentos de los estambres 3.6–8 cm de largo, amarillentos a rojizos, insertos desde la mitad hasta el tercio proximal del borde del tubo del perigonio; anteras 2–3 cm de largo, ovario cilíndrico, 2.4–6 cm de largo, 0.5–1 cm de ancho, estilo amarillento a rojizo 3.5–10 cm de largo. **Cápsulas** oblongas, leñosas, café oscuras. **Semillas** 0.6–0.8 cm de largo, 0.6–0.7 cm de ancho, auriculadas.

Clave para identificación de las subespecies de *Agave salmiana* en Veracruz

1. Rosetas grandes a masivas, 1.5–4 m de ancho, hojas de 100–200 cm de largo, inflorescencias 7–8 m de altura o mayores, brácteas del escapo 30–45 cm de largo, comúnmente imbricadas, flores 8–11 cm de longitud **subsp. *salmiana***

1. Rosetas medianas a grandes, 1–1.5 m de ancho, hojas de 60–100 cm de largo, inflorescencias 5–7 m de altura, brácteas del escapo 20–30 cm de largo, raramente imbricadas, flores 6–8 cm de longitud **subsp. *crassispina***

Agave salmiana* subsp. *salmiana

Agave jacobiana Sal-Dyck, Bonplandia 7: 88. 1859.

Agave maximiliana P.Blázquez & I.Blázquez, Memoria sobre el maguey mexicano: 5. 1865

Agave lehmannii Jacobi, Abh. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Abth. Naturwiss 1: 146. 1868.

Agave coarctata Jacobi, Ibid. 1:147. 1868.

Agave cochlearis Jacobi, Ibid. 2: 151. 1869.

Agave quiotifera Trel. ex Ochot., Bol. Comite Regional Estado Durango 3(4): 135–136. 1912.

Agave compluviatata Trel., Stand. Cycl. Hort 1: 234. 1914.

Agave atrovirens var. *sigmatophylla* A. Berger, Die Agaven 143. 1915.

Rosetas frecuentemente densas, comunmente urceoladas, 1.5–2 m de alto, 150–400 cm de ancho.

Hojas 18–50 por roseta, lanceoladas, ampliamente lanceoladas u oblanceoladas, 100–200 cm de largo, 20–35 cm de ancho, suculentas, poco flexibles, ascendentes o recurvadas, ápices sigmoides, cóncavos, variable en coloración, comúnmente verde cinéreo o verde claro, margen recto, repando o crenado, denticulado, algunas veces con margen córneo formado por la fusión de las bases de los denticulos, denticulos triangulares o irregularmente curvados, 0.5–2 cm de largo, 1–2 cm de ancho café oscuro o grisáceos; espina terminal aguda, rígida, acanalada en ocasiones decurrente, 5–10 cm de longitud, café oscuro o negruzca. **Inflorescencia** 7–8 m de altura, raramente menor, brácteas del escapo 30–45 cm de largo por 8–20 cm de ancho en su base, triangulares, carnosas, rígidas, frecuentemente imbricadas. **Flores** 8–11 cm de largo, amarillas a rojizas; tépalos 2–3 cm de largo, 0.4–0.8 cm de ancho; tubo del perigonio 0.9–2 cm de largo, 1–2 cm de diámetro, infundibuliforme; filamentos de los estambres 6–8 cm de largo, insertos a la

mitad o en el cuarto proximal del borde del tubo del perigonio; ovario 4–6 cm de largo; estilo 4.5–10 cm de largo. **Cápsulas** 6–7 cm de largo, 2–3 cm de ancho, pedicelos 1.5–2 cm de largo.

Distribución: Endémica de México. Aguascalientes, Chiapas, Coahuila, Colima, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.



Figura 13. *Agave salmiana* ssp. *salmiana*. A. Hábito, B. Flores, C. Rosetas en cultivo.

Ejemplares examinados: **Mpio. Acultzingo**, Acultzingo km 35 Tehuacán-Orizaba, *Zizumbo* 279 (MEXU); **Mpio Huayacocotla**, Barranca poco profunda al lado del camino a Potrerillo Los Quiotes, *Arzaba* y *Cházaro* 689 (CHAPA). **Mpio. Perote**, Al norte de Frijol Colorado rumbo a Mastaloyan [Maxtaloya], *Cházaro* y *Hernández* (CHAPA, ENCB, XAL); Afueras de Frijol Colorado, cerca de la carretera a Perote, *Arzaba et al.* 636 (CHAPA).

Hábitat: Plantas cultivadas o asilvestradas en matorral xerófilo, bosque de *Pinus* y *Quercus* entre 1500 y 2500 m de altitud.

Fenología: Floración de abril a septiembre. Frutos dehiscentes después de noviembre.

Nombres comunes: Maguey, maguey manso, maguey verde.

Usos: Agave pulquero. Flores y pedúnculo de la inflorescencia comestibles. Hojas usadas para extraer fibras y cutícula. Tradicionalmente usada como cerco vivo.

Nota taxonómica: *A. salmiana* subsp. *salmiana* se aplica a las plantas cultivadas o asilvestradas, de gran porte, hojas de hasta 200 cm de largo con ápices sigmoidales, inflorescencias de 8 m o más de altura con brácteas grandes, carnosas y comúnmente imbricadas. Este taxón presenta una gran plasticidad morfológica derivada del proceso de domesticación, cultivo y cruzamiento entre subespecies (Gentry, 1982; Mora-López et al., 2011; García-Mendoza, 2011). En el listado florístico de Veracruz (Sosa y Gómez-Pompa, 1994), se registra el sinónimo *A. mitraeformis*, a pesar de que el nombre *A. salmiana* se había registrado con anterioridad en el centro Veracruz (Cházaro, 1989).

Agave salmiana subsp. *crassispina* (Trelease) Gentry. Agaves Cont. N. Amer. 609–610. 1982.
TIPO: [lectotipo] San Luis Potosí, *Eschauzier s.n.*, IX.1908 (MO). Designado por Gentry, Agaves Cont. N. Amer. 1982.

Agave crassispina Trellease, Stand. Cycl. Hort. 1:234. 1914.

Rosetas comúnmente laxas, 80–140 cm de alto por 100–150 cm de ancho. **Hojas** ampliamente lanceoladas, 60–150 cm de largo, 16–25 cm de ancho, rígidas, engrosadas y convexas hacia la base, delgadas y comúnmente planas hacia el ápice, margen ondulado o crenado, denticulado; denticulos triangulares o irregularmente curvados, firmes, 0.7–2 cm de largo, 1–2 cm de ancho con bases dilatadas, en ocasiones formando mamilas; espina terminal aguda, muy rígida, 3.9–9 cm de longitud. **Inflorescencia** 4–7 m de altura, brácteas del escapo 20–30 cm de largo, triangulares, carnosas a coriáceas, rígidas o flexibles, frecuentemente no imbricadas. **Flores** 6–8

cm de largo, tépalos 1.6–2 cm de largo, 0.4–0.8 cm de ancho, tubo del perigonio 0.9–1.2 cm de largo, 1–1.2 cm de diámetro; filamentos de los estambres 3.6–7 cm de largo, insertos en el tercio proximal del borde tubo del perigonio; ovario 2.4–5 cm de largo; estilo 3.5–9 cm de largo. **Cápsulas** 5–7 cm de largo, 1.2–3 cm de ancho, pedicelos 1.2–2 cm de largo.

Distribución: Endémica de México. Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz y Zacatecas. En Veracruz crece en el malpaís de Totalco, en el Valle de Perote, conlindante con el estado de Puebla.

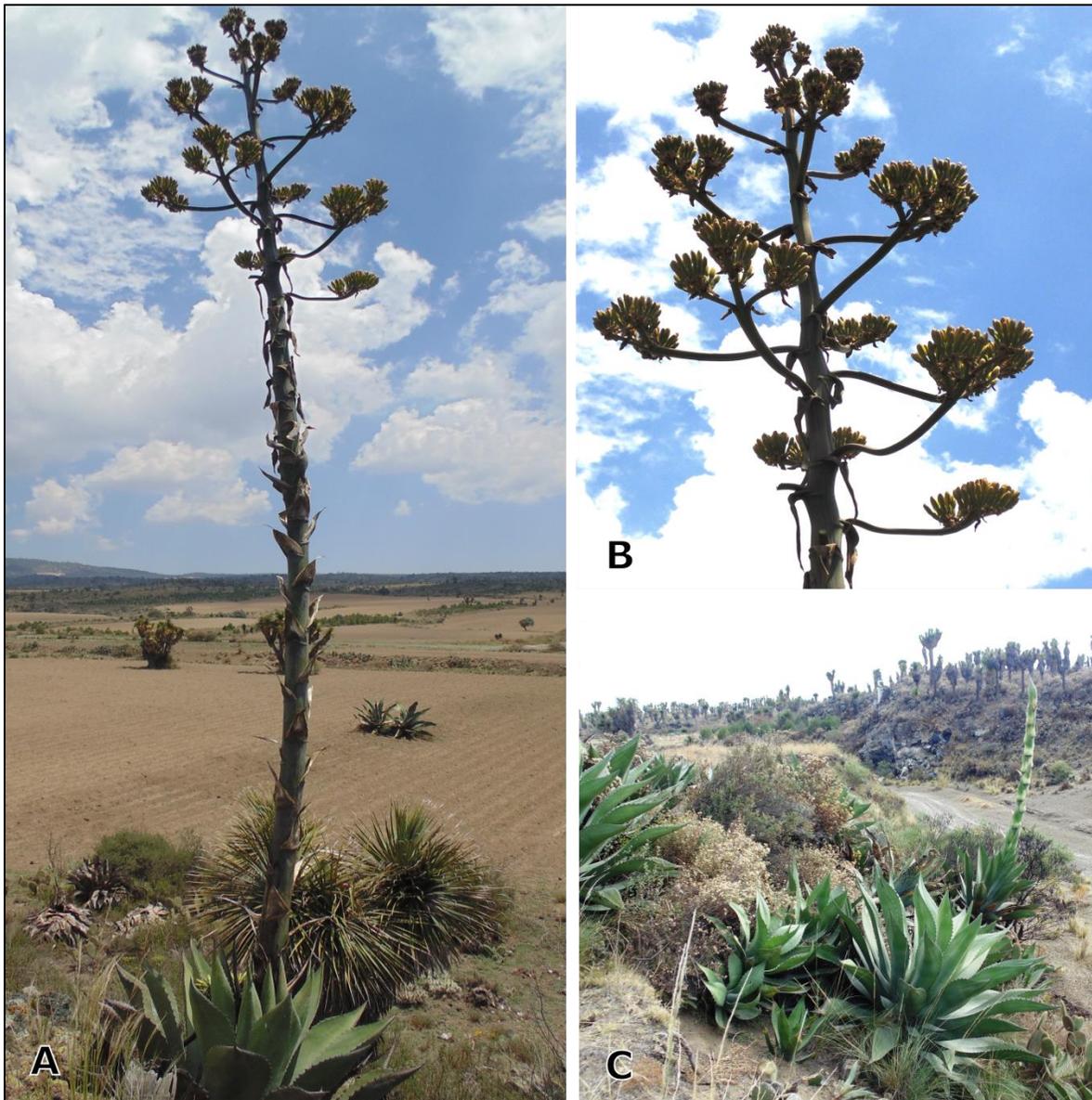


Figura 14. *Agave salmiana* subsp. *crassispina*. A. Hábito, B. Inflorescencia con botones florales, C. Rosetas.

Ejemplares examinados: Mpio. Perote, Malpaís de Totalco, cerca del camino a los Humeros, *Arzaba et al.* 769 (CHAPA); Malpaís de Totalco, al NE de la estación del ferrocarril de El Limón Totalco, *Arzaba et al.* 636b (CHAPA).

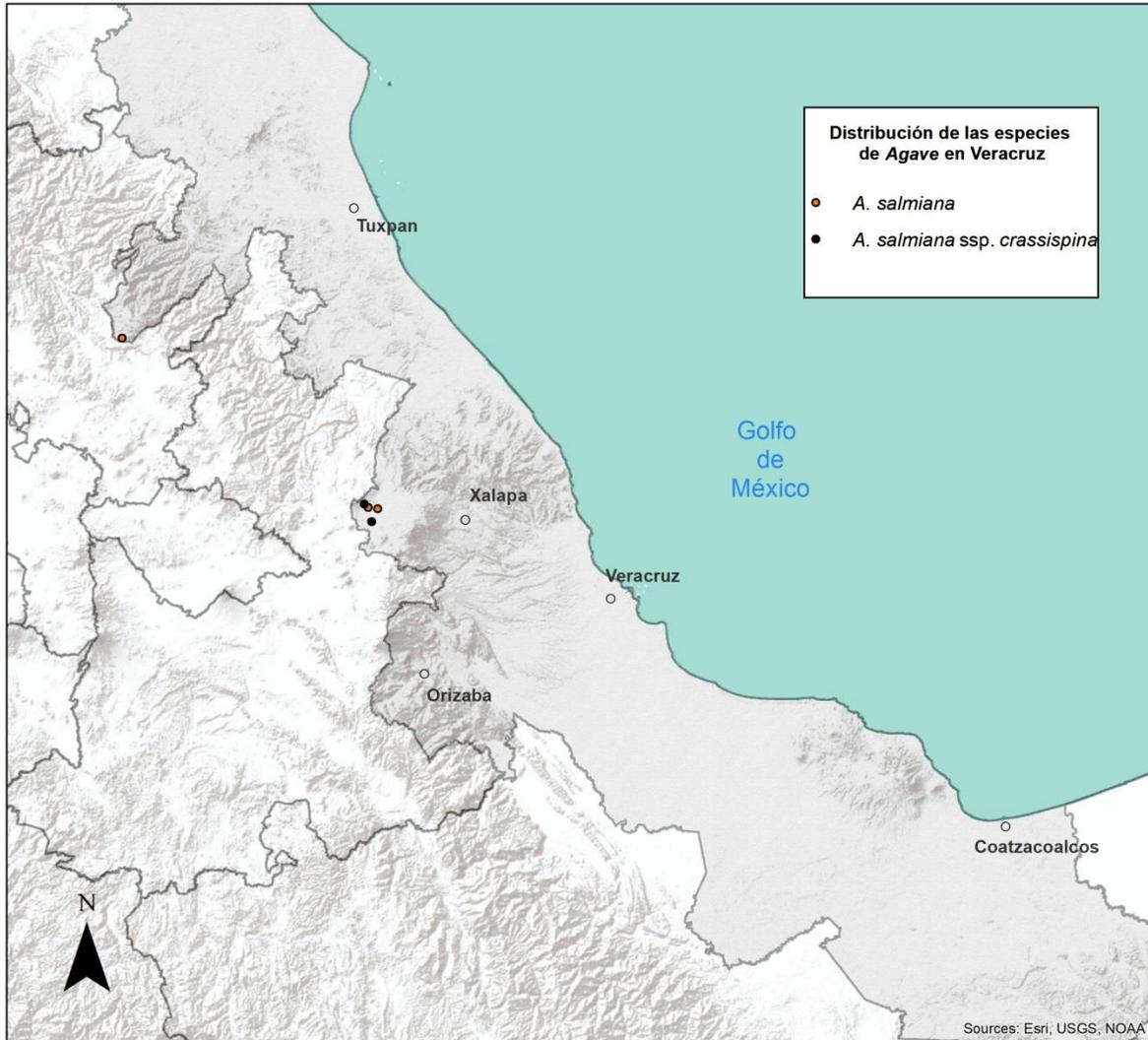


Figura 15. Distribución de *Agave salmiana* subsp. *salmiana* y *A. salmiana* ssp. *crassispina* en Veracruz.

Hábitat: Plantas silvestres en matorral xerófilo, bosque de *Pinus* y *Quercus* entre 2300 y 2500 m de altitud.

Fenología: Floración de abril a septiembre. Frutos dehiscentes después de noviembre.

Nombres comunes: Maguey, maguey tepezorra.

Usos: Agave pulquero. Flores y pedúnculo de la inflorescencia comestibles.

Nota taxonómica: Gentry (1982) aplica el nombre *A. salmiana* subsp. *crassispina* para las poblaciones silvestres del centro-norte del Altiplano mexicano, desde San Luis Potosí hasta el norte de Oaxaca. Cházaro (2008) registra por primera la subsp. *crassispina* en Veracruz, sin embargo no se conocen ejemplares de herbario recolectados en la entidad hasta antes del presente trabajo.

Subgénero *Littaea* (Tagl.) Baker, Handb. Amaryll. 164. 1888.

Littaea Tagl. Bibliot. Ital. (Milan) 1: 106–107. 1816.

Plantas monocárpicas o policárpicas, solitarias, surculosas o cespitosas; **acaules o caulescentes**, con tallos cortos o largos, cuando largos pudiendo superar 2 m de, simples o ramificados, algunas veces rastreros o colgantes. **Rosetas** densas o laxas, generalmente entre 40 y 120 cm de altura. **Hojas** lineales, lanceoladas o deltoides, cóncavas o planas, rígidas o flexibles, carnosas o fibrosas; ápice con espina terminal robusta o inconspicua, algunas veces ausente; márgenes denticulados, dentados, córneos, escabrosos, filiformes o en ocasiones enteros. **Inflorescencia** espigada, erecta o recurvada; pedúnculo bracteado y bracteolado, de hasta 5 m de altura; brácteas regularmente cartáceas, persistentes o caducas. **Flores** geminadas o dispuestas en grupos de tres. **Fruto** quebradizo o leñoso. **Semillas** de hasta 0.6 cm de largo.

Clave para la determinación de las especies del subgénero *Littaea*

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Margen de la hoja inerme, escabroso o filífero, con o sin espina terminal | 2 |
| 2. Ancho de la hoja de hasta 21 cm, espina terminal ausente, rosetas solitarias | |
| | <i>A. ellemeetiana</i> |
| 2. Ancho de la hoja de hasta 4 cm, espina terminal presente, rosetas cespitosas | 3 |
| 3. Hojas lineares, quilladas en el envés, con márgenes escabrosos | <i>A. striata</i> |

3. Hojas lanceoladas, cóncavas en el envés, con márgenes filíferos *A. filifera*
1. Margen de la hoja denticulado o serrulado, con espina terminal **4**
4. Rosetas generalmente con muchas hojas, poco flexibles, éstas con margen córneo, espinas terminales mayores de 1.5 cm de largo, decurrentes **5**
5. Hojas cortas, no mayores de 45 cm de largo **6**
6. Inflorescencias hasta 2 m de altura, flores verde pálido o amarillentas *A. sp.*
6. Inflorescencias mayores de 2.9 m de altura, flores púrpuras o amarillo-rojizas **7**
7. Dentículos ausentes hacia la base de la espina terminal, ésta de hasta 3.5 cm de largo, crece en las cumbres de Maltrata-Acultzingo *A. ghiesbreghtii*
7. Dentículos presentes hasta la base de la espina terminal, ésta de 3–5 cm de largo, crece en el Valle de Perote *A. horrida subsp. perotensis*
5. Hojas largas, mayores de 45 cm de largo **8**
8. Rosetas grandes, surculosas o solitarias, mayores de 1.5 m de ancho, inflorescencias de 3–6.3 m de altura, flores 3.5–5.5 cm de longitud *A. lophantha*
8. Rosetas medianas, densamente cespitosas hasta 1 m de ancho, inflorescencias 2–2.6 m de altura, flores 3–3.5 cm de longitud *A. lechuguilla*
4. Rosetas generalmente con pocas hojas, flexibles, éstas sin margen córneo, espinas terminales menores de 1 cm, raramente mayores, no decurrentes **9**
9. Plantas acaules, inflorescencias erectas **10**
10. Rosetas pequeñas, hojas menores de 30 cm de largo con márgenes serrulados, flores amarillentas o verdosas *A. wendtii*
10. Rosetas medianas, hojas mayores de 50 cm de largo con márgenes denticulados, flores púrpura oscuras o rojizas *A. obscura*
9. Plantas caulescentes, inflorescencias erectas o recurvadas **11**

11. Tallos de 10–20 cm de largo, rosetas pequeñas, menos de 50 cm de ancho
A. maria-patriciae
11. Tallos hasta de 200 cm de largo, rosetas medianas, mayores de 80 cm de ancho
12
12. Flores 5.8–8 cm de longitud, subtendidas por un bractilla, tallos suberectos o ascendentes
A. warelliana
12. Flores 2.8–4.9(5.1) cm de longitud, sin bractilla, tallos rastreros o colgantes
13
13. Inflorescencia recurvada, hojas frecuentemente con una línea central amarilla
A. pendula
13. Inflorescencia erecta, hojas sin línea central amarilla
14
14. Hojas 38–42 cm de largo, verde glauco, pruinosas, inflorescencia hasta 140 cm de altura
A. jimenoii
14. Hojas 80–85 cm de largo, verde obscuras, glabras, inflorescencia mayor de 200 cm de altura
A. gomezpompae

Agave ellemeetiana K. Koch, Wochenschr. Gärtnerei Pflanzenk. 8: 103. 1865. TIPO: [neotipo] Inglaterra. Londres: *ex cult.* Hort. Kew., hojas 1, 2, 3, 10.III.1877 *teste* N.E.Brown (K). Designado por Thiede, Bradleya 32: 156–157. 2014.

Agave ellemeetiana Regel, Gartenflora 14: 266, ago. 1865. *nom. illeg.*

Agave ellemeetiana Jacobi, Hamburger Garten- & Blumenzeitung 21: 457, oct. 1865. *nom. illeg.*

Agave ellemeetiana* subsp. *ellemeetiana

Plantas acaules o muy **cortamente caulescentes**, **rosetas** abiertas, surculosas, 35–95 cm de alto, 100–215 cm de ancho. **Hojas** 15–20 por roseta, oblongas a ovadas, 50–90 cm de largo, 12–21 cm de ancho, postradas, algunas veces recurvadas, suculentas, quebradizas, cóncavas a planas, verde

pálido, verde glaucas, en ocasiones brillantes; margen de inerme a muy finamente serrulado, blanquizco o rojizo, terminando en un ápice cortamente acuminado y calloso; espina terminal ausente. **Inflorescencia**, 3–4.5 m de altura, erecta, floreciendo densamente desde el tercio inferior; brácteas del escapo 8–10 cm de largo, 5–6 cm de ancho en su base, ovadas, caudado-acuminadas, bractéolas subuladas, cartáceas, caudadas a largamente acuminadas. **Flores** 2.8–4 cm de largo, verde pálidas a amarillentas, geminadas o en grupos de cuatro; tépalos 1.3–2 cm de largo, 0.5–0.8 cm de ancho, lanceolados, cóncavos, desiguales, los interiores más anchos y ligeramente más cortos que los externos, ápices agudos u obtusos, ligeramente cuculados; tubo del perigonio 0.1–0.2 cm de largo, 0.4 cm de diámetro, receptacular, de apariencia discoide; cuello poco constreñido, elongado, 0.4–0.8 cm de largo por 0.4 cm de ancho; filamentos de los estambres 5–6 cm de largo, amarillentos, insertos en el borde del tubo del perigonio, anteras 1–1.2 cm de largo; ovario largamente cilíndrico, 1.3–2 cm de largo por 0.5 cm de ancho; estilo amarillento a blanquizco, 5–8 cm de longitud; **cápsulas** 1.3–1.5 cm de largo por 1 cm de ancho, elípticas a ovadas, trígonoas, café claro, pedicelos 0.9–2 cm de largo; **semillas** 0.3–0.4 cm de largo y ancho, auriculadas.

Distribución: Solo conocida en México, en los estados de Oaxaca y Veracruz.

Ejemplares examinados: **Mpio. Tequila**, El Popocatl, Totomochapa, *Gheno 100* (CORU); **Mpio. Zongolica**, Paraje Joya Chica, junto al Inst. Tec. Zongolica, 5 km W de Zongolica, *Cházaro y Escandón 9805* (CORU); El Precipicio, 2 km al S de Apanga, Sierra de Zongolica, *Arzaba y Rosales 738* (CHAPA).

Hábitat: Paredes rocosas de origen calizo en bosque tropical subcaducifolio y bosque mesófilo de montaña a una altitud entre 800 y 1300 m.

Fenología: Florece de febrero a mayo, fructifica de junio a julio.

Nombres comunes: Cacaya.

Usos: Flores comestibles.

Nota taxonómica: Especie descubierta en estado silvestre en Veracruz en 2012, muy abundante en los sitios donde crece (Cházaro et al., 2012) pero pobremente representada en los herbarios. Actualmente se reconoce la subespecie *A. ellemeetiana* subsp. *subdentata* (Trelease) Thiede,

diferenciada de la subsp. *elmeetiana* por poseer márgenes de las hojas blancuzcos o rojizos, finamente denticulados y con distribución conocida en el oeste del estado de Oaxaca (Thiede, 2014). En Veracruz no se tiene registro de la subsp. *subdentata*.

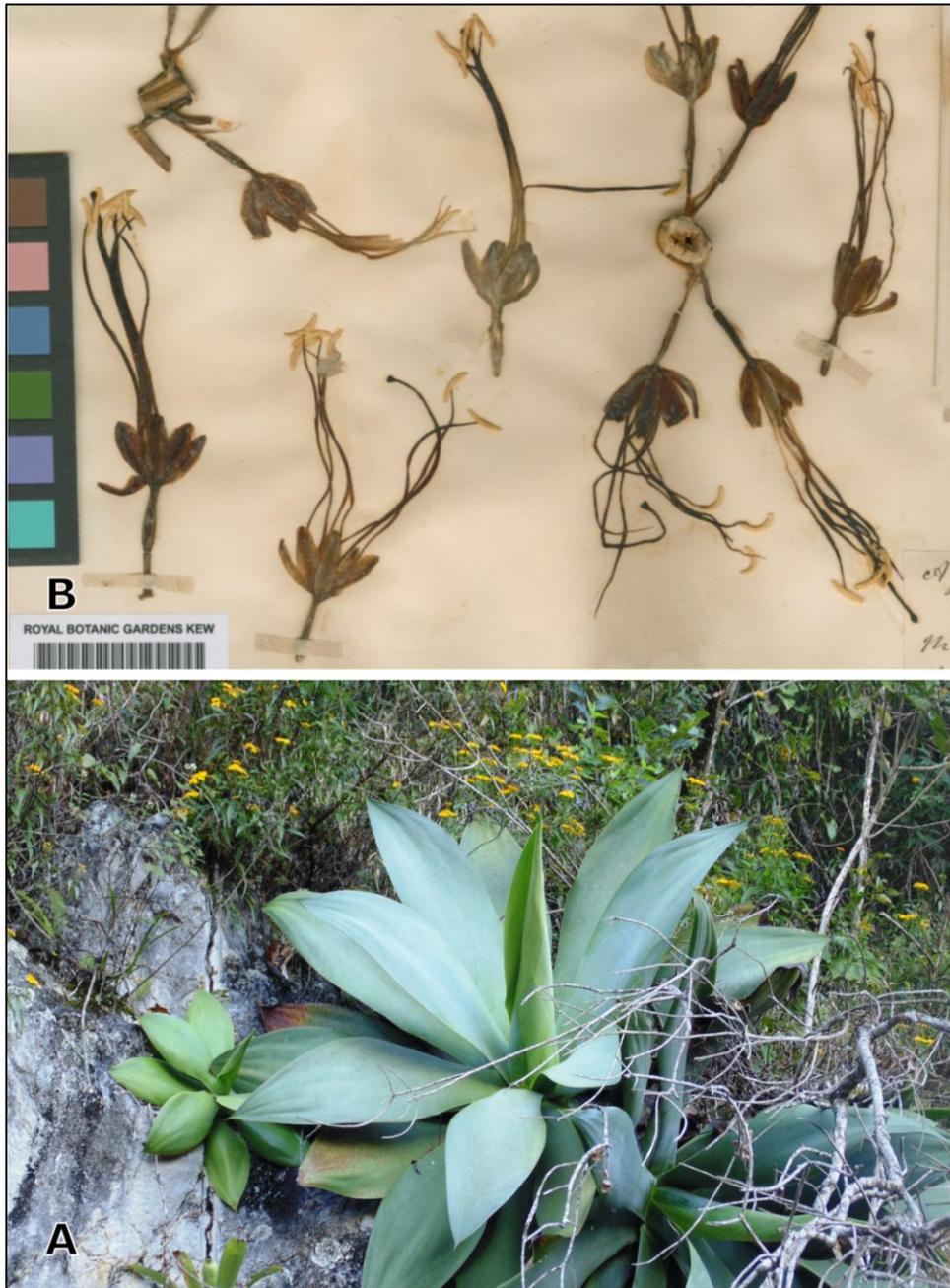


Figura 16. *Agave elmeetiana*. A. Roseta, B. Flores (neotipo depositado en K, disponible en: <http://apps.kew.org/herbcat/getImage.do?imageBarcode=K000524801>)

Agave filifera Salm-Dyck, Hort. Dyck. 309. 1834. TIPO: [neotipo-iconotipo] Bélgica. Gand: Ill. Hort. 7(4): t. 243, 1870. Designado por Gentry, Agaves Cont. N. Amer. 226. 1982.

Agave filamentosa Salm-Dyck, Bonplandia 7: 94. 1859.

Agave filifera var. *filamentosa* (Salm-Dyck) Baker, Gard. Chron., n.s. 7: 303. 1877.

Agave filifera* subsp. *filifera

Plantas acaules, rosetas densas, cespitosas, formando grandes colonias. **Hojas** numerosas, lineares a lanceoladas, 15–30 cm de largo, 2–4 cm de ancho, poco flexibles, convexas, engrosadas en la base, verde pálido a amarillentas, con impresión blancuzca de la yema superior; brácteas del escapo densas, largamente caudadas, recurvadas, bractéolas largamente acuminadas.

Flores 3–3.5 cm de largo, amarillas a rojizas, comúnmente geminadas; tépalos 1.4 cm de largo, 0.4 cm de ancho, lanceolados, recurvados, iguales en longitud, los interiores apenas más anchos y quillados, ápices agudos; tubo del perigonio 0.5–0.6 cm de largo, 0.8 cm de ancho, infundibuliforme; cuello poco constreñido; filamentos de los estambres 3–3.5 cm de largo, rojizos, insertos en el borde del tubo del perigonio, anteras 0.7–1.2 cm de largo; ovario elíptico, 1.3–1.5 cm de largo; estilo amarillento a rojizo.

Distribución: Endémica de México, en los estados de Aguascalientes, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, San Luis y Veracruz

Ejemplares examinados: Mpio. **Huayacocotla**, Barranca de Santiago, lado oriental, *Hernández y Trigós 1201* (MEXU, XAL); Cerro entre Santiago y El Zapote, *Arzaba y Cházaro 664a* (CHAPA).

Hábitat: Zonas rocosas en bosque de *Quercus*, a una altitud de 1900 m.

Fenología: Florece y fructifica de mayo a agosto.

Nombres comunes: No conocido.

Usos: No conocidos.

Nota taxonómica: *Agave filifera* solo se conoce en la Barranca de Santiago en Huayacocotla a partir de un ejemplar juvenil (*Hernández y Trigos 1201*) observado en MEXU y XAL. Durante las expediciones en campo solo se registró una planta al parecer juvenil en las inmediaciones de Santiago. Debido a la extensa superficie de la Barranca de Santiago y a la falta de precisión de la localidad indicada en el ejemplar examinado, es necesario llevar a cabo más expediciones en la zona.

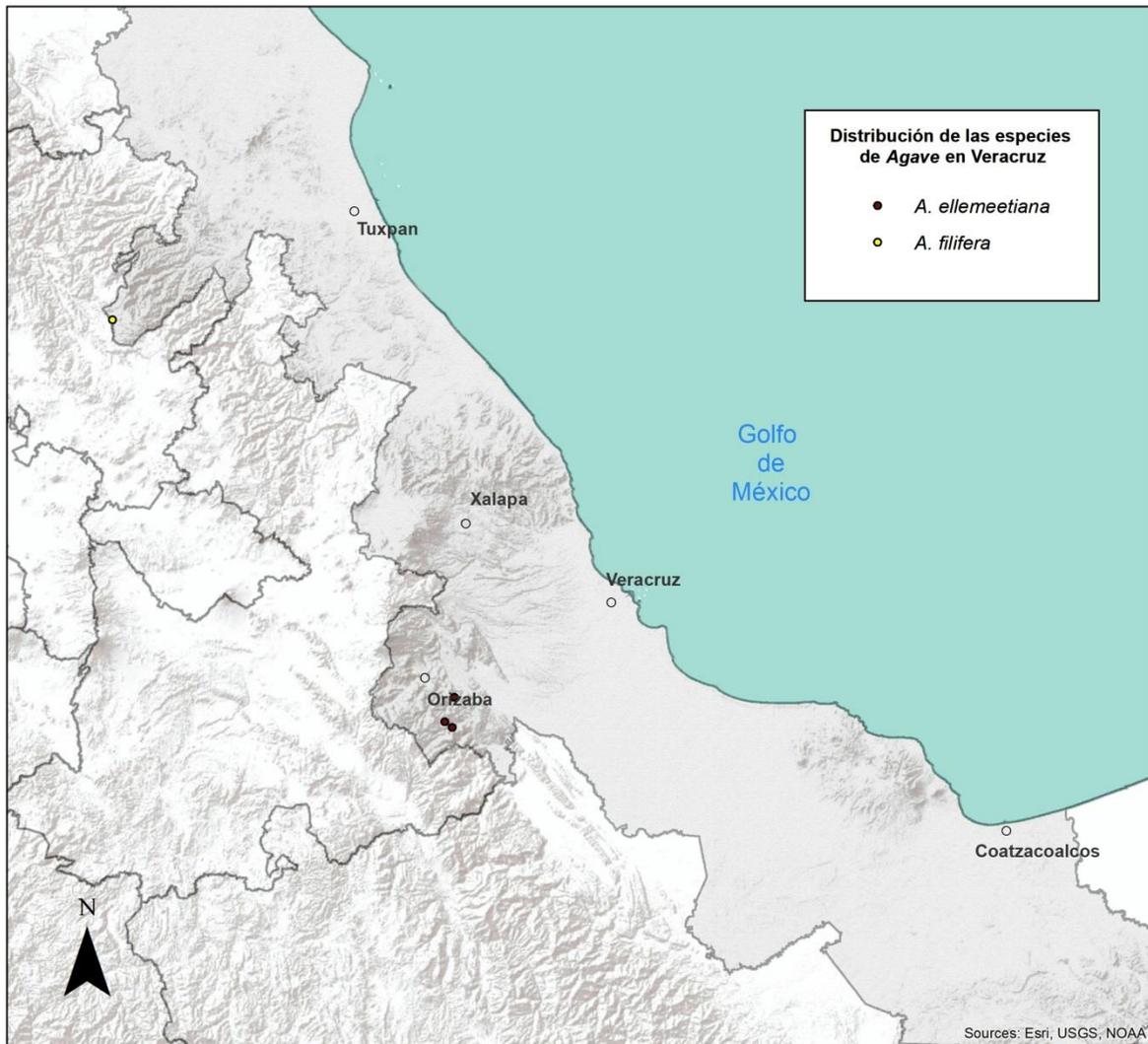


Figura 17. Distribución de *Agave ellemeetiana* y *A. filifera* en Veracruz.

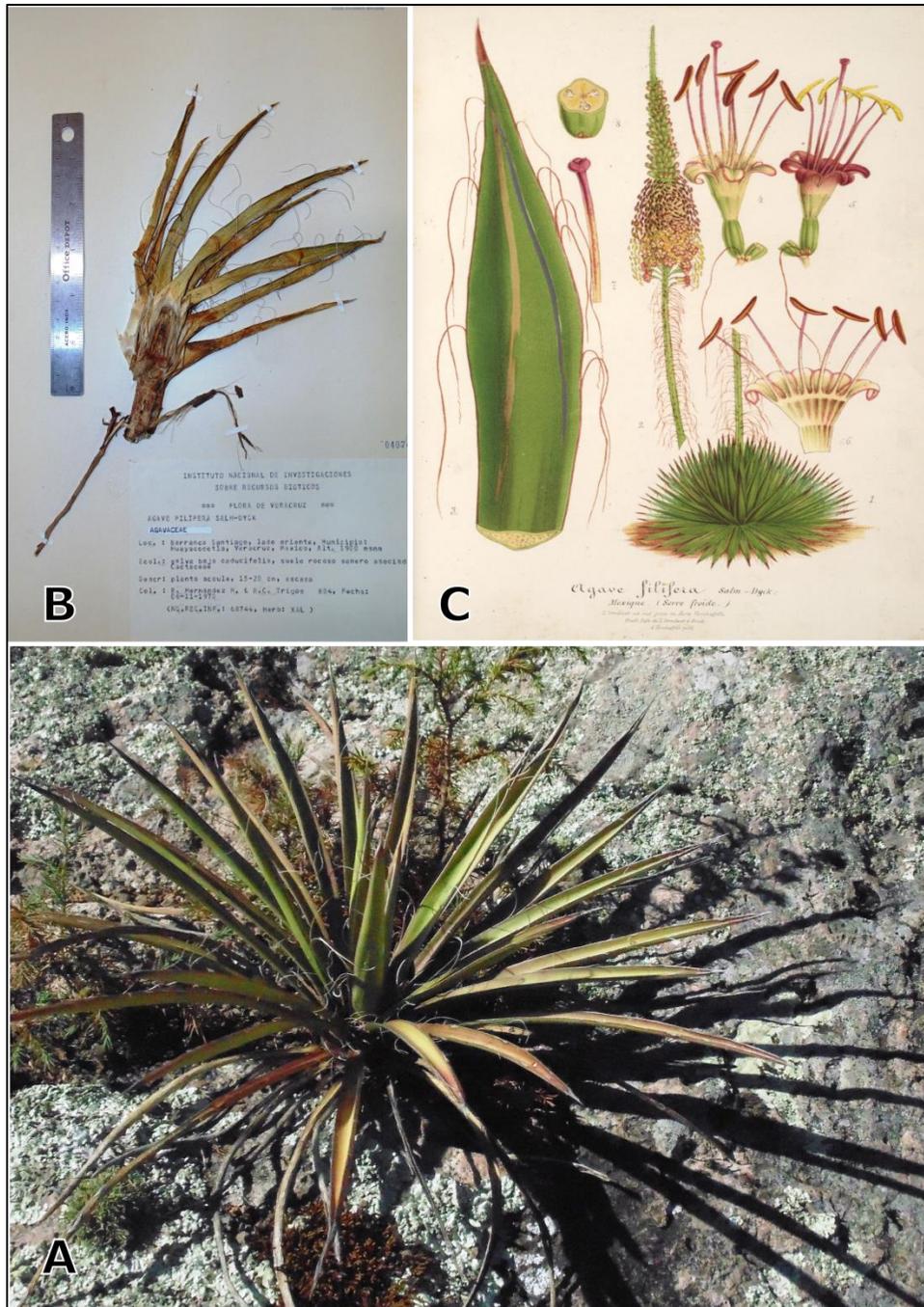


Figura 18. *Agave filifera*. A. Roseta juvenil, B. Ejemplar examinado Hernández y Trigos 1201 (XAL), C. Neotipo (disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/3356#page/96/mode/1up>)

Agave ghiesbreghtii Lem. ex Jacobi, Hamburger Garten- Blumenzeitung 20: 545. 1864. TIPO:
[neotipo] Italia. Ventimiglia: *ex cult.* La Mortola, Berger s.n., 16.VII.1906 y 1909 (US).
Designado por Gentry Agaves Cont. N. Amer. 142 .1982.

Agave gilbeyi Haage & Schmidt, Gard. Chron. 1873: 1305. 1873.

Agave roezliana Baker, Gard. Chron., n.s. 7: 528, f. 79. 1877. *Agave roezliana* var. *gilbeyi* (Haage & Schmidt) Trel., Stand. Cycl. Hort. 1: 237. 1914.

Agave purpurorum A. Berger, Die Agaven 111. 1915.

Agave huehueteca Standl. & Steyerl. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser., 23(1): 4. 1943.

Plantas acaules, rosetas compactas, surculosas o solitarias, 40–70 cm de alto, 60–80 cm de ancho. **Hojas** 70–90 por roseta, ampliamente lanceoladas, ovadas o deltoideas, 30–40 cm de largo, 5–8 cm de ancho, erectas, rígidas, suculentas, cóncavas a planas, verde oscuro a verde amarillentas, en ocasiones con una línea central amarillo pálido; margen córneo, denticulado, denticulos triangulares a curvados, antrosos, 0.5–0.8(1) cm de largo, 0.3–0.7 cm de ancho, café a grisáceos, ausentes hacia el ápice de la hoja; espina terminal aguda, cónica, acanalada a aplanada, 2–4 cm de longitud, café a grisácea. **Inflorescencia** espiciforme, 3–4.5(6) m de altura, erecta, floreciendo densamente sobre la mitad o el tercio superior; brácteas del escapo 13–17 cm de largo, 0.5–1.5 cm de ancho en su base, lineares, cartáceas; bractéolas lineares a filiformes. **Flores** 3–4(4.5) cm de largo, pardo-verdosas a verde rojizas; tépalos 1.5–2.1 cm de largo, 0.3–0.5(0.8) cm de ancho, lineares, ascendentes, erectos, o divaricados, involutos sobre los filamentos de los estambres subiguales, los internos más anchos y quillados, ápices apiculados; tubo del perigonio 0.2–0.4(0.6) cm de largo, 0.5–0.7(1) cm de diámetro, ampliamente infundibuliforme; cuello constreñido 0.2–0.4 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho; filamentos de los estambres 4–4.5 cm de largo, rojizos, insertos cerca del borde del tubo del perigonio, anteras 1.0–1.5 cm de longitud; ovario cilíndrico, 1.5–2 cm de largo por 0.3–0.5(0.8) cm de ancho; estilo rojizo, 4.5 cm de largo; **cápsulas** 1.7–2.3 cm de largo, 0.8–1.3 cm de ancho, elípticas a ovoides, parduzcas, pedicelos 0.5 cm de largo; **semillas** 0.3–0.5 cm de largo, 0.2–3.5 cm de ancho, lunuladas a punctiformes.

Distribución: México y Guatemala. En México en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz. En Veracruz solo se conoce en la zona de Maltrata y Acultzingo en la zona montañosa central colindante con Puebla.

Ejemplares examinados: **Mpio. Acultzingo**, Acultzingo, *Jimeno 881* (CITRO); La Organera, cerro al N de Sierra de Agua, propiedad de Aguaxinola, *Rivera et al. 5743* (MEXU); **Mpio.**

Maltrata, Cerro al SO de Maltrata a 1.5 km del centro de Maltrata en línea recta, *Vargas et al.* 1171 (MEXU).



Figura 19. *Agave ghiesbreghtii*. Hoja y frutos (Rivera et al., 5743 MEXU)

Hábitat: Matorrales xerófilos a una altitud entre 1586 y 2100 m.

Fenología: Florece de junio a septiembre. Fructifica de septiembre a febrero.

Nombres comunes: No conocido.

Usos: No conocidos.

Nota taxonómica: *A. ghiesbreghtii* es una especie poco conocida en Veracruz, es localmente abundante pero restringida a la parte occidental del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, la cual pertenece a la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Rivera et al., 2015).

Agave gomezpompae Cházaro & Jimeno-Sevilla, Cactus-Aventures International 88: 5, f. 1–2. 2010. TIPO [lectotipo]: México. Veracruz: Amatlán county, Cerro del Divino Rostro near Colonia Cuauhtemoc towards río Seco (4 km east of Cordoba City), 850 m in alt. *Jimeno et al.* 305, 09.VII.2007 (XAL!). Aquí designado.

Plantas acaules, policárpicas, **tallos** rastrero o colgante, bifurcado tres o más veces, hasta 150 cm de largo, **rosetas** abiertas, laxas, solitarias, 50 cm de alto, 100–110 cm de ancho, una por rama. **Hojas** 15–20 por roseta, lanceoladas a oblanceoladas, 70–85 cm de largo, 5–13 cm de ancho, ascendentes o extendidas, suculentas, flexibles, cóncavas o planas, verde oscuro, margen denticulado, denticulos triangulares, 0.1–0.2 cm de largo y ancho, café; espina terminal aguda, 0.5–2 cm de longitud, café oscuro. **Inflorescencia** espiciforme, axilar, 180–270 cm de longitud, erecta, floreciendo por arriba de la mitad; brácteas del escapo 12–16 cm de largo, 3–5 cm de ancho en su base, largamente triangulares, bractéolas subuladas, cartáceas, largamente triangulares a filiformes. **Flores** 3.2–4.9 cm de largo, verde pálidas, amarillentas a eborinas; tépalos 2–2.8 cm de largo, 0.2–0.4 cm de ancho, lanceolados a espatulados, recurvados, los interiores quillados, ápices obtusos; tubo del perigonio 0.6 cm de largo por 0.8 cm de diámetro, infundibuliforme; cuello poco constreñido, 0.2 cm de largo, 0.6 cm de ancho; filamentos de los estambres 4.3 cm de longitud, amarillentos a purpúreos, insertos en el borde del tubo del perigonio, anteras 0.7–0.9 cm de largo; ovario elíptico, 1.5–2.1 cm de largo por 0.3–0.5 cm de ancho; estilo amarillento a purpúreo, 4.3 cm de largo; **cápsulas** 1.7–2 cm de largo, 1 cm de ancho, ovadas, trígonoas, café oscuras, pedicelos 0.4–0.5 cm de largo; **semillas** 0.3–0.4 cm de largo, 0.2 cm de ancho, lunuladas.

Distribución: Endémica de Veracruz.

Ejemplares examinados: **Mpio. Amatlán**, Cerro del Divino Rostro, *Cházaro et al.* 8739 (XAL); *Ibid.* *Jimeno et al.* 305 (XAL). **Mpio. Zongolica**, La Quinta Amatitla, *Jimeno* 1085 (CITRO).

Hábitat: Sitios rocosos de origen calizo en bosque tropical subcaducifolio y bosque mesófilo de montaña, a una altitud entre 843 y 1400 m.

Fenología: Floración registrada en mayo y junio. Frutos dehiscentes registrados de julio a septiembre.



Figura 20. *Agave gomezpompae*. A. Hábito, B. Flores, C. Frutos inmaduros. Tomado de Cházaro et al. (2010).

Nombres comunes: Cacaya.

Usos: Flores comestibles.

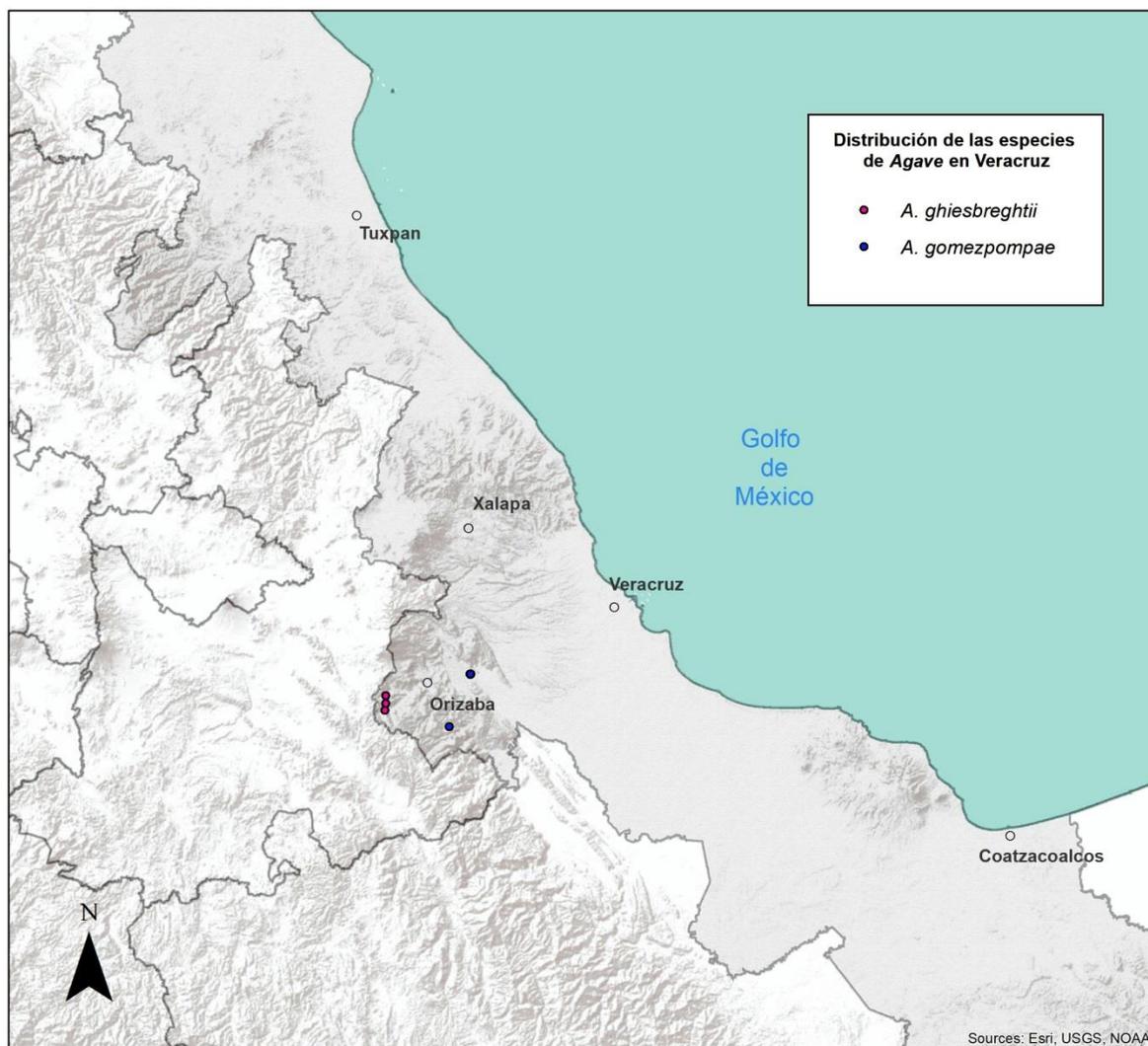


Figura 21. Distribución de *Agave ghiesbreghtii* y *A. gomezpompae* en Veracruz.

Nota taxonómica: El holotipo e isotipos de *A. gomezpompae* no fueron localizados en ninguno de los herbarios citados por Cházaro-Basáñez et al. (2010). Jimeno-Sevilla (2010a) muestra la fotografía de un ejemplar etiquetado como holotipo (Jimeno et al. 305), sin embargo en el protólogo se indica que el holotipo corresponde al ejemplar Jimeno et al. 247 depositado en XAL, el cual se encuentra extraviado. Por tal razón, aquí se designa un lectotipo. *A. gomezpompae* solo se conoce en tres sitios en la zona de Córdoba y una población en la sierra de

Zongolica. A pesar de ser localmente abundante no se conoce el estado de riesgo real de esta especie.

Agave horrida Lem. ex Jacobi, Hamburger Garten- Blumenzeitung 20: 546. 1864. TIPO [neotipo]: México. Morelos: Lava fields above Cuernavaca 8000 ft *Pringle* 8206, 02.II.1899 (US); Isonotipos: MEXU!, MO. Designado por *Gentry*, *Agaves* Cont. N. Amer. 146. 1982.

Agave grandidentata Hort. Belg. ex Jacobi, Hamburger Garten- Blumenzeitung 22: 114. 1866.

Agave maigretiana Jacobi, *Ibid.*: 215. 1866.

Agave gilbeyi Hort. Haage. & Schimdt, *Gard. Chron.* 1305. 1873.

Agave desmetiana Hort. ex Baker, *Gard. Chron.* n.s. 7: 620. 1877. *Nom illeg.*

Agave regeliana Hort. ex Baker, *Ibid.*: 621. 1877. *Nom illeg.*

Agave horrida ssp. *perotensis* B. Ulrich, *Cact. Suc. Mex.* 35: 80. 1990. TIPO: México. Veracruz: Malpais 4–5 miles N of Limon, *Gentry et al.* 20417, 04.IX.1963 (US) Isotipos: ARIZ, DES, MEXU!

Plantas acaules, rosetas densas, compactas, solitarias o cespitosas, 50–76 cm de alto, 64–105 cm de ancho. **Hojas** 50–72 por roseta, ovadas a ampliamente lineares, 25–44 cm de largo, 5–8 cm de ancho, rectas, ascendentes o curvadas hacia el ápice, rígidas, planas o ligeramente cóncavas, verde pálidas; margen córneo, robusto, denticulado, denticulos triangulares a irregularmente curvados, 0.3–1(1.5) cm de largo por 0.3–0.4 cm de ancho, grises, en ocasiones blancuzcos; espina terminal aguda, aplanada, 3–5 cm de largo, grisácea a blancuzca. **Inflorescencia** espiciforme, 2.9–5 m de altura, erecta, floreciendo densamente sobre la mitad o el tercio superior; brácteas del escapo 13–18.5 cm de largo, 2–2.5 cm de ancho en su base, reflexas largamente triangulares a caudadas; bractéolas cartáceas, largamente triangulares a filiformes. **Flores** 3.8–4.1 cm de largo, púrpura oscuras a amarillo rojizas; tépalos 1.4–1.8 cm de largo, 0.4–0.7 cm de ancho, lineares a lanceoladas, rectos, márgenes involutos, similares en longitud, los internos quillados, ápices redondeados a cuculados; tubo del perigonio 0.3–0.4 cm de largo,

0.6–0.7 cm de diámetro, ampliamente infundibuliforme; cuello poco constreñido 0.3–0.5 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho; filamentos de los estambres 3.8–5 cm de largo, purpúreos, insertos en el borde del tubo del perigonio; anteras 1.4–1.8 cm de largo; ovario elíptico o cilíndrico, 1.2–2.1 cm de largo, 0.5–0.7 cm de ancho; estilo purpúreo, 2.3–4 cm de longitud; **cápsulas** 1.9–3 cm de largo, 0.9–1.4 cm de ancho, oblongas o elípticas, apiculadas, café oscuras, pedicelos de hasta 0.2–0.5 cm de largo; **semillas** 0.3–0.4 cm de largo, 0.2–2.5 cm de ancho, lunuladas.

Distribución: Endémica de México. En los estados de Puebla y Veracruz.

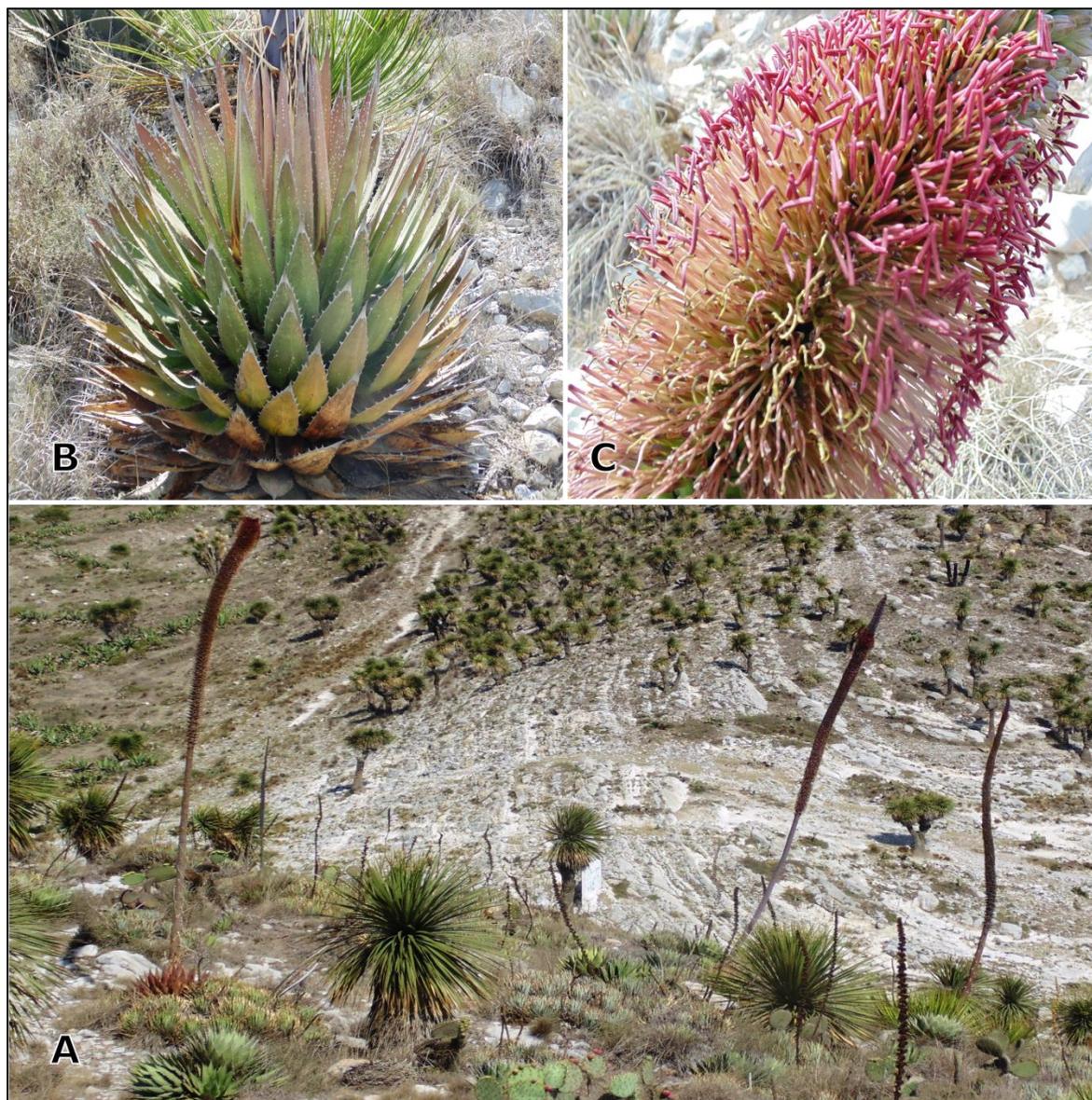


Figura 22. *Agave horrida* ssp. *perotensis*. A. Hábito, B. Roseta, C. Flores.

Ejemplares examinados: Mpio. Perote, Al SE de la Hacienda de San Agustín, G. *Castillo-Campos et al.* 18734 (MEXU); 1 km al SO de Totalco, cerro al lado de la carr. Zacatepec-Perote, *García-Mendoza et al.* 5723 (MEXU); 1 km al S de Totalco (San Antonio Limón), carretera Alchichica-Perote, *García-Mendoza y Galván* 6151 (MEXU); Ibid., *García-Mendoza y Galván* 6154 (MEXU); Ibid., *García-Mendoza y Galván* 6155 (MEXU); Cerro Yolotepec, entre San José Alchichica y El Limón, *Gonzalez* 1516 (MEXU); Cerro entre el Limón y La Gloria, *Ramos* 247 (MEXU); Malpais 4–5 miles N of Limon, Veracruz, *Gentry et al.* 20417 (MEXU); Al S de Totalco, *Castillo-Campos et al.* 18615 (XAL); Cerro de Tenextepec, *Castillo-Campos et al.* 14495 (XAL); De la Hacienda de San Agustín, *Castillo-Campos et al.* 18734 (XAL); Tenextepec, cerros calizos al W, *Castillo-Campos et al.* 16358 (XAL); Cerro del Cordón del Vigía Alto, al NW de Frijol Colorado, *Arzaba et al.* 637 (CHAPA); Cerro a 2.5 km al SW de Totalco, *Arzaba y Barillas* 720 (CHAPA).

Hábitat: Matorral xerófilo y transición a bosque de *Pinus*.

Fenología: Florece de mayo a julio, fructifica de agosto a noviembre.

Nombres comunes: Lechuguilla.

Usos: No conocido.

Nota taxonómica: Ulrich (1990) describe esta subespecie después de aclarar la identidad de *A. obscura*, *A. polyacantha* y *A. polyacantha* var. *xalapensis sensu* Gentry (1982) (ver *A. obscura* Schiede). Ulrich (*l.c.*) segregó las poblaciones de la zona limítrofe de Puebla y Veracruz al oeste del Valle de Perote de las poblaciones de *A. horrida* del centro del país. La subsp. *perotensis* se reconoce de la subsp. *horrida* por tener rosetas con mayor número de hojas, inflorescencias más altas y densas y pedicelos más largos.

Agave jimenoii Cházaro & A. Vázquez, *Phytotaxa* 134(1): 55–60, f. 1A–H, 2A–E, 3. 2013. TIPO: [neotipo] México. Veracruz: *ex cult.* Rancho La Palma, El Castillo, Xalapa, planta traída de la localidad tipo, *Arzaba* 640, 13 may. 2017 (CHAPA!). Aquí designado. Isoneotipo XAL.

Plantas caulescentes, tallos ramificados bifurcadamente, colgantes, 34–90 cm de longitud, **rosetas** una por rama, abiertas, laxas, 60–70 cm de alto, 70–80 cm de ancho. **Hojas** 15–20 por roseta, lanceoladas a oblanceoladas, 35–48 cm de largo, 5–8.5 cm de ancho, flexibles, suculentas, cóncavas, algunas veces recurvadas, verde glaucas cuando jóvenes, verde claro o amarillento cuando adultas, margen finamente denticulado, dentículos ca. 01 cm de largo y ancho, del mismo color que la hoja o rojizos, desapareciendo hacia el ápice; espina terminal cónica, flexible, 0.5–1.3 cm de largo, café obscura o rojiza. **Inflorescencia** espiciforme, axilar, 108–140 m de largo, erecta, floreciendo sobre la mitad superior; brácteas del escapo 10–16 cm de largo, 1–2 cm de ancho en su base, lanceoladas a linear-triangules, bractéolas subuladas, cartáceas, largamente triangulares. **Flores** 2.8–3.3 cm de largo, verde pálido a amarillentas; tépalos 1.7–2 cm de largo, 0.5–0.6 cm de ancho, lanceolados, regularmente recurvados, carnosos, desiguales, los externos más largos, los interiores quillados, ápices obtusos; tubo del perigonio 0.6–0.7 cm de largo, 0.9–1.0 cm de diámetro, infundibuliforme o cilíndrico; cuello poco constreñido 0.1 cm de largo, 0.6 cm de ancho; filamentos de los estambres 3.9–4.4 cm de largo, verde pálido o amarillentos, insertos en el borde o a 0.1 cm dentro del tubo del perigonio, anteras 1.5 cm de largo; ovario cilíndrico, 1.2–1.3 cm de largo, 0.4–0.6 cm de ancho; estilo amarillento, 4.7–5 cm de largo; **cápsulas** trígonas, 1.5–2 cm de largo, 1.3–1.9 cm de ancho, elípticas, café oscuras y quebradizas cuando dehiscentes, pedicelos 0.4–0.5 cm de largo; **semillas** 0.2–0.5 cm de largo, 0.3–0.5 cm de ancho, lunuladas.

Distribución: Endémica de Veracruz en la zona del Totonacapan.

Ejemplares examinados: **Mpio. Tlapacoyan**, Cascada El Encanto, río Filobobos, *Arzaba* y *Barillas 735* (CHAPA); **Mpio. Xalapa**, *ex cult.* Rancho La Palma, El Castillo, Xalapa, planta traída de la localidad tipo, *Arzaba 640* (CHAPA).

Hábitat: Bosque tropical subperennifolio, sobre paredes rocosas o acantilados.

Fenología: Florece de abril a mayo y fructifica de mayo a julio.

Nombres comunes: Desconocido.

Usos: Desconocido.



Figura 23. *Agave jimenoii*. A. Hábito, B. Roseta, C. Flores (tomado de Cházaro et al., 2013).

Nota taxonómica: Los ejemplares tipo mencionados en el protólogo de *A. jimenoii* no fueron localizados en ninguno de los herbarios mencionados por Cházaro y Vázquez-García (2013), por tal razón se designa un neotipo a partir de ejemplares traídos de la localidad original en la Cascada El Encanto, en el municipio de Tlapacoyan y cultivados en Rancho La Palma, Xalapa. A.

jimeno es una especie poco estudiada, solo se tiene registro de una población, sin embargo, existe información de una segunda población en el municipio de Gutiérrez Zamora de la cual no se tienen evidencias. Se desconoce la situación de riesgo de esta especie.

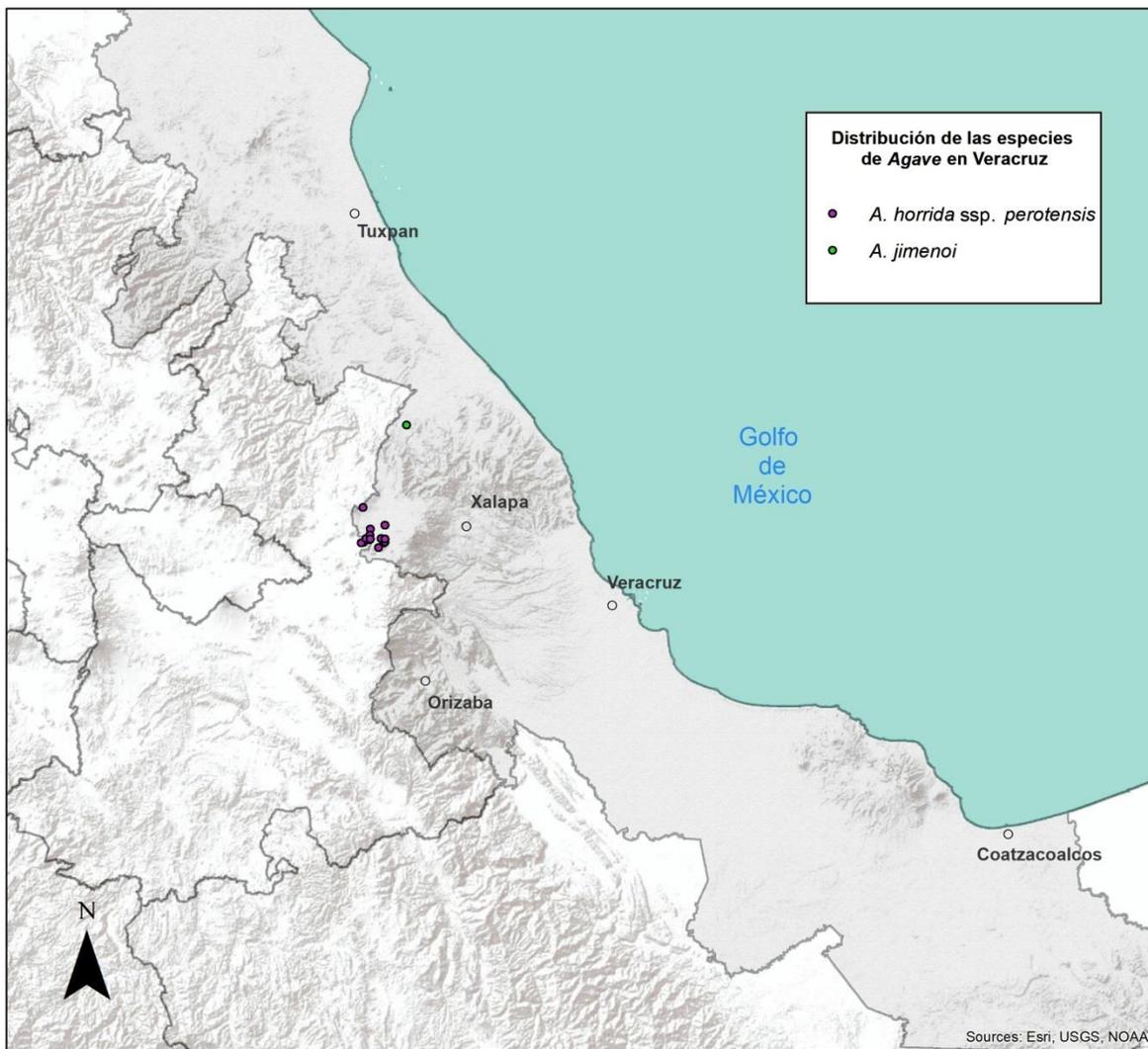


Figura 24. Distribución de *Agave horrida* ssp. *perotensis* y *A. jimeno* en Veracruz.

Agave lecheguilla Torrey, Rep. U.S. Mex. Bound. 2(1): 213–214. 1859. TIPO: [sintipo] USA. Texas: western Texas at El Paso, *Wright* 682, V–X.1849 (MO).

Agave caerulescens Salm-Dyck, Bonplandia 7: 92. 1859.

Agave poselgeri Salm-Dyck, Ibid. 1859.

Agave lophantha var. *gracilior* Jacobi, Hamburger Garten- Blumenzeitung 22: 62. 1866.
Agave lophantha var. *subcanescens* Jacobi, Ibid. 1866. *Agave lophantha* var. *braevifolia*
Jacobi, Ibid. 1866. *Agave lophantha* var. *angustifolia* A. Berger, Die Agaven 93. 1915.
Agave lophantha var. *pallida* A. Berger, Ibid. 1915. *Agave lophantha* var. *tamaulipasana*
A. Berger, Ibid. 94. 1915.
Agave multilineata Baker, Handb. Amaryll. 1888: 168. 1888.

Plantas acaules, rosetas abiertas, extensamente surculosas, 50–100 cm de alto, 75–100 cm de ancho. **Hojas** 20–40 por roseta, lanceoladas a linear-lanceoladas, 40–70 cm de largo, 3.5–5 cm de ancho, ascendentes, erectas o falcadas, rígidas, cóncavas, engrosadas hacia la base, verde pálido a amarillentas, con una línea central amarillo pálido; margen córneo, fácilmente desprendible, denticulado, denticulos variables, irregularmente triangulares, curvados o reflexos, en ocasiones muy reducidos, adnados al margen córneo o casi ausentes, 0.1–0.7 cm de largo, 0.1–0.3 cm de ancho, grisáceos o blancuzcos; espina terminal aguda, cónica o aplanada, 1.5–4 cm de largo, grisácea a blancuzca. **Inflorescencia** espiciforme, 2.2–3.5 m de altura, erecta, floreciendo laxa o densamente desde la mitad o desde el tercio superior; brácteas del escapo 10–15.5 cm de largo, 1.5–2 cm de ancho en su base, largamente triangulares; bractéolas subuladas, cartáceas, largamente triangulares a filiformes. **Flores** 3–3.5 cm de largo, verde glauco, amarillentas a amarillo rojizo, dispuestas en pares o grupos de tres; tépalos 1.6–2 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho, lineares, ascendentes, márgenes involutos sobre los estambres en anthesis, carnosos, pronto marchitos, desiguales, los externos superpuestos a los internos, los internos quillados, ápices marcadamente cuculados; tubo del perigonio 0.4–0.5 cm de largo y de diámetro, ampliamente infundibuliforme; cuello constreñido 0.4 cm de largo y ancho; filamentos de los estambres 2.5–4.5 cm de largo, amarillo rojizo a marrón, insertos en el tercio proximal del borde del tubo del perigonio, anteras 1.4–2 cm de largo; ovario elíptico, 1.3–2.2 cm de largo, 0.5–0.6 cm de ancho; estilo amarillo rojizo a marrón, 3–5 cm de longitud; **cápsulas** 1.8–2.5 cm de largo, 1.1–1.8 cm de ancho, oblongas a piriforme, café obscuras o café grisáceas, casi sésiles o con pedicelos de hasta 0.5 cm de largo; **semillas** 0.4–0.6 cm de largo, 0.3–0.4 cm de ancho, lunuladas.

Distribución: Estados Unidos de América y México. En los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo,

Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas. En Veracruz solo se conoce en la zona de la Barranca de Santiago colindando con el estado de Hidalgo.

Ejemplares examinados: Mpio. Huayacocotla, Barranca de Santiago, 3 km al SW de El Zapote, *Arzaba y Cházaro 688* (CHAPA); Santiago, camino hacia El Zapote, *Arzaba y Cházaro 678* (CHAPA); Afueras del poblado El Zapote, *Arzaba y Cházaro 687* (CHAPA); Ojo de Agua, *Jimeno 639* (CITRO).



Figura 25. *Agave lechuguilla*. A. Hábito, B. Flores, C. Roseta.

Hábitat: Matorral xerófilo y transición a bosque de *Pinus*.

Fenología: Florece de mayo a julio. Fructifica de agosto a septiembre.

Nombres comunes: Lechuguilla.

Usos: Extracción de fibras. Las bases de las hojas se usan como herramientas abrasivas.

Nota taxonómica: *A. lechuguilla* es muy abundante en la parte semiárida de la Barranca de Santiago. Gentry (1982) describe inflorescencias algunas veces paniculadas con pedicelos laterales de 2–15 cm de longitud, tales caracteres no se observaron en la zona de estudio. Durante las expediciones a la zona se encontraron individuos con hojas sin dentículos o muy inconspicuos y en ocasiones las hojas sinuosas, semejándose a *A. difformis* Berger. Debido a los pocos ejemplares analizados, se decidió incluir a las poblaciones encontradas en la Barranca de Santiago bajo el nombre de *A. lechuguilla* hasta no tener una delimitación detallada de éstas dos especies. Villaseñor (2016) registra *A. difformis* en Veracruz, sin embargo no se localizaron ejemplares de herbario que respalden tal registro.

Agave lophantha Schiede, Linnaea 4(4): 581-582. 1829. TIPO: [topotipo] México. Veracruz: Malpais by Rancho Concepcion below & SE of Naulinco [Naulinco] *Gentry et al. 20410*, 03.IX.1963 (MEXU!).

Agave univittata Haw., Philos. Mag. Ann. Chem. 10: 451. 1831.

Agave heteracantha Zucc. Nov. Actorum Acad. Caes. Leop.-Carol. German. Nat. Cur. 16(2): 675–676. 1833.

Agave vittata Regel, Gartenflora 7: 312. 1858.

Agave univittata var. *heteracantha* (Zucc.) Breitung, Cact. Succ. J. (Los Angeles) 31: 114. 1959.

Plantas acaules o caulescentes, rosetas abiertas, surculosas o solitarias, (30)60–180 cm de alto, 50–280 cm de ancho. **Hojas** 20–40 por roseta, linear a lanceoladas, 30–150 cm de largo, 3–7 cm de ancho, radiadas, ascendentes, flexibles a quebradizas, cóncavas, engrosadas en su base, verde pálido a amarillentas, con una línea central amarillo pálido; margen córneo, denticulado,

denticulos irregularmente curvados, 0.4–0.8 cm de largo, 0.4–0.8 cm de ancho, grisáceos o blancuzcos; espina terminal aguda, aplanada, 1.5–3.5 cm de largo, grisácea a blancuzca. **Inflorescencia** espiciforme, 3–6.3 m de altura, erecta, floreciendo densamente sobre la mitad superior; brácteas del escapo 10–15 cm de largo, 1–2 cm de ancho en su base, largamente triangulares; bractéolas subuladas, cartáceas, largamente triangulares a filiformes. **Flores** 3.5–5.4 cm de largo, verde glauco o verde amarillentas, dispuestas en pares; tépalos 1.4–2.3 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho, lineares, ascendentes o erectos, involutos sobre los filamentos de los estambres, subiguales, los internos quillados, ápices cuculados; tubo del perigonio 0.2–0.4 cm de largo, 0.5–0.6 cm de diámetro, abierto; cuello constreñido 0.3–0.5(0.7) cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho; filamentos de los estambres 3–4.5 cm de largo, verde pálido a amarillentos, insertos cerca del borde del tubo del perigonio, anteras 1.5–2.1 cm de largo; ovario elíptico, 1.2–2.2 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho; estilo verde pálido o amarillento, 2.6–3.4 cm de largo; **cápsulas** 1.5–2.6 cm de largo, 0.6–0.8 cm de ancho, oblongas a orbiculares, café claro a oscuro, pedicelos 0.5–1 cm de largo; **semillas** 0.5–0.6 cm de largo, 0.3–0.4 cm de ancho, auriculadas.

Distribución: Estados Unidos y México. En los estados de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Ejemplares examinados: **Mpio. Actopan**, 5 km antes de la desviación a S. Nicolás, *Ortega 712* (ENCB); **Mpio. Apazapan**, Carabinas, *Rosales 150* (XAL); **Mpio. Coatepec**, Cerro Achichuca, cerca de Tuzamapan, *Castillo y Dillon 472* (MEXU); **Mpio. Emiliano Zapata**, La Herradura, camino al Palmar, *Castillo y Uncan 956* (ENCB, MEXU); **Mpio. Jalcomulco**, Jalcomulco, Cerro del Brujo, *Castillo-Campos y Zamora 7328* (XAL); **Mpio. Naulinco**, 2.3 km al S de Almolonga, *Arzaba y Barillas 751* (CHAPA); 2 km al S de Almolonga, sobre la carretera a Trapiche de Rosario, *Arzaba y Barillas 752* (CHAPA); Al S de Almolonga, *Castillo-Campos et al. 18076* (XAL); 2 km al NO de Almolonga, *García-Mendoza et al. 5738* (MEXU); 2 km al N de Almolonga, *García-Mendoza 7068 ex cult.* (MEXU); Malpais by Rancho Concepcion below & SE of Naulinco, *Gentry et al. 20410* (MEXU); Orillas de la carretera rumbo a Actopan, km 21, antes de la desviación al coyol, *Ortega 307* (CHAPA, ENCB, MEXU); Malpaís cerca de Almolonga, *Cházaro et al. 6913* (XAL); 2 km antes del Espinal, terracería de la Concha al Espinal, *Ortega 645* (XAL).

Hábitat: Bosque de *Quercus* y bosque tropical caducifolio a una altitud entre 530 y 950 m.



Figura 26. *Agave lophantha*. A. Hábito, B. Roseta, C. Flores.

Fenología: Florece de febrero a mayo y fructifica entre mayo y julio.

Nombres comunes: Maguey de ixtle

Usos: No conocido en la zona de estudio.

Nota taxonómica: Gentry (1982) describe a las inflorescencias de *A. lophantha* con flores solitarias o en pares en ramas solitarias o dicotómicas con pedicelos de 0.1–1 cm de largo o con flores en grupos de 3–7 en pedúnculos laterales cortos. Los ejemplares analizados en la localidad tipo (Malpaís de Naolinco) no presentan tales características. Tampoco es común la presencia de dentículos dobles sobre mamilas como Gentry (l.c.) lo indica. De igual manera, las rosetas de algunos de los individuos analizados en la localidad tipo llegan a ser del doble del tamaño que Gentry (l.c.) describe.

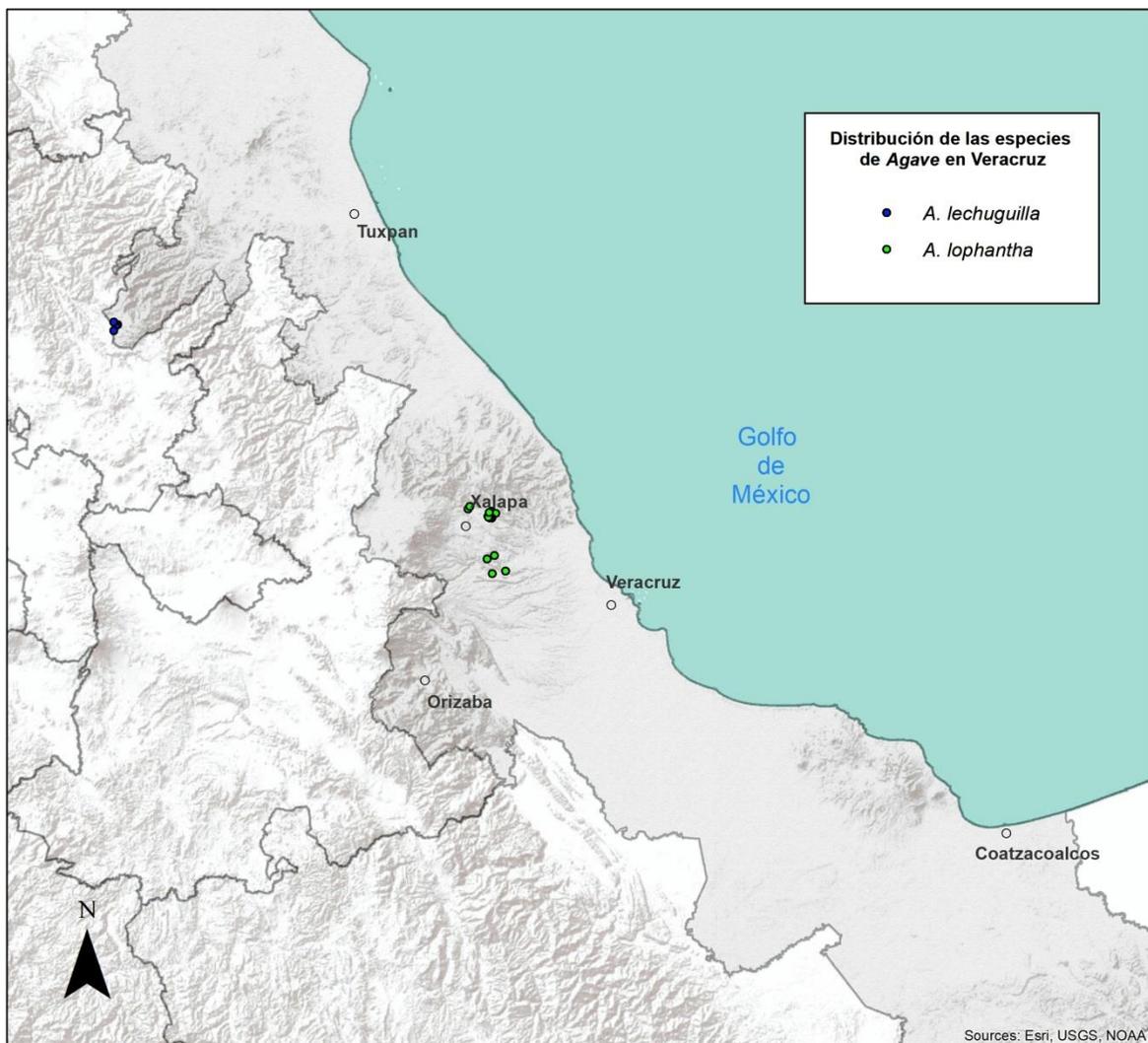


Figura 27. Distribución de *Agave lechuguilla* y *A. lophantha* en Veracruz.

Agave maria-patriciae Cházaro & Arzaba, Phytotaxa 360 (3): 263–268. 2018. TIPO: municipality of Alto Lucero, summit of Cerro La Bandera, NE of La Yerbabuena village, 660 m, *Arzaba et al. 451*, 06.I.2016 (XAL!). Isotipos CHAPA!, MEXU!

Plantas caulescentes, tallo 10–20 cm de longitud, suberecto, bifurcado; **rosetas** abiertas, cespitosas, 30–40 cm de alto, 35–45 cm de ancho. **Hojas** 13–20 por roseta, lanceoladas, a oblongas, 25–29 cm de largo, 3.5–6.8 cm de ancho, ascendentes o extendidas, suculentas, poco flexibles, semicóncavas, verde pálido o verde amarillentas, frecuentemente con los márgenes rojizos, línea central borrosa amarillo pálido, margen denticulado, dentículos irregularmente triangulares, 0.1–0.3 cm de largo por 0.2–0.3 cm de ancho, café rojizos a café oscuro; espina terminal aguda, cónica, 0.5–1 cm de largo, café oscuro o rojiza. **Inflorescencia** espiciforme, 105 cm de longitud, suberecta, recurvada hacia el ápice, floreciendo laxamente por arriba de la mitad; brácteas del escapo 3–9.6 cm de largo, 2–3 cm de ancho en su base, largamente triangulares, bractéolas subuladas, cartáceas, linear-trianguulares, con ápice aciculado. **Flores** 2.4–2.6 cm de largo, verde pálidas o amarillentas; tépalos 1.1–1.2 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho, lanceolados, recurvados, carnosos, desiguales, los exteriores más largos y angostos, los interiores membranáceos con una prominente quilla marrón o rojiza, ápices obtusos, ligeramente cuculados; tubo del perigonio 0.7–0.8 cm de largo, 0.8 cm de diámetro, infundibuliforme; cuello apenas constreñido 0.2 cm de largo, 0.4 cm de ancho; filamentos de los estambres 6–8 cm de largo, purpúreos, insertos en el borde del tubo del perigonio, anteras 1–1.3 cm de largo; ovario cilíndrico, 1.2–1.3 cm de largo, 0.5–0.6 cm de ancho; estilo verdoso o rojizo, 2.7–3 cm de largo; **cápsulas** 1.5–1.8 cm de largo, 0.5 cm de ancho, ovadas a obovadas, café oscuras, pedicelos 0.1 cm de largo o menores, **semillas** 0.3–0.4 cm de largo, 0.2–0.3 cm de ancho, lunuladas o auriculadas.

Distribución: Endémica de Veracruz, solo conocida de la Sierra de Monte de Oro.

Ejemplares examinados: Mpio. Alto Lucero, cima del cerro La Bandera, NE del pueblo de La Yerbabuena, *Arzaba et al. 451* (CHAPA, MEXU, XAL).

Hábitat: Sitios rocosos expuestos en bosque de *Quercus* a una altitud de 650 m.

Fenología: Floración registrada en enero, posiblemente florece desde diciembre. Frutos dehiscentes no encontrados.

Nombres comunes: No conocido.

Usos: No conocido.

Nota taxonómica: Especie restringida a la Sierra de Monte de Oro, en las inmediaciones de Laguna Verde. Solo se conoce una pequeña población de donde se recolectó el material original. *A. maria-patriciae* se relaciona morfológicamente con *A. pendula* pero difiere de este último por tener rosetas más pequeñas con tallos cortos, hojas e inflorescencias de menor longitud y flores pequeñas casi sésiles. *A. pendula* se asocia con bosques tropicales caducifolios o raramente en bosques tropicales subperennifolios, donde crece en acantilados o paredes rocosas, mientras que *A. maria-patriciae* solo se ha encontrado creciendo en sitios rocosos rodeados de bosque de *Quercus*. Posiblemente esta especie se encuentre distribuida por los cerros cercanos a La Bandera. Se desconoce el estado de riesgo de *A. maria-patriciae*.



Figura 28. *Agave maria-patriciae*. A. Hábito, B. Flores, C. Roseta.

Agave obscura Schiede, Linnea. 1829. TIPO: [neotipo] México, Veracruz: 4–6 km SE of Las Vigas along Rt. 140, Gentry y Dorantes 23376, 01.III.1974 (MEXU!). Designado por Ulrich, Cact. Suc. Mex. 35: 75-82. 1990.

Agave polyacantha Haw., Suppl. Pl. Succ. 35. 1821. *nom. confus.* *A. polyacantha* var. *densiflora* (Hook. f.) A. Terracc. Prim. Contr. Monogr. Agave 27. 1885. *A. polyacantha* var. *xalapensis* (Roezl ex Jacobi) Gentry. Agaves Cont. N. Amer. 1982.

Agave obscura Schiede ex Schltdl., Linnea. 1845. *nom illeg.*

Agave densiflora Hooker f., Botanical Magazine III 13: pl. 5006. 1857.

Agave chloracantha Salm-Dyck, Bonplandia 7: 93. 1859.

Agave uncinata Jacobi, Hamburger Garten- und Blumenzeitung 21: 165. 1865.

Agave xalapensis Roezl ex Jacobi, Hamburger Garten- und Blumenzeitung 21: 60. 1865.

Agave lamprochlora Jacobi, Abh. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Abth. Naturwiss. 1868.

Agave muilmannii Jacobi, Abh. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Abth. Naturwiss. 1870.

Agave flaccifolia A. Berger, Die Agaven. 1915.

Plantas acaules, rosetas abiertas, solitarias o cespitosas, 87–105 cm de alto, 85–140 cm de ancho. **Hojas** 20–30 por roseta, lanceoladas, oblanceoladas o linear-lanceoladas, 50–80 cm de largo, 7–10 cm de ancho, ascendentes a curvadas, suculentas, regularmente planas, verde glaucas cuando jóvenes, verde claro, amarillento, oscuro o glauco; margen denticulado, denticulos triangulares, irregularmente triangulares o curvados, 0.2–0.4 cm de largo, 0.2–0.3 cm de ancho, café rojizo a oscuros; espina terminal aguda, 0.2–0.7 cm de largo, café obscura o rojiza. **Inflorescencia** espiciforme, 2–3.7 m de largo, erecta, floreciendo densamente desde la mitad o en el tercio superior; brácteas del escapo 10–15 cm de largo por 2–3 cm de ancho en su base, triangulares a largamente triangulares, bractéolas subuladas, cartáceas, largamente triangulares. **Flores** 4.1–5.1 cm de largo, rojizas o púrpura oscuro; tépalos 1.9–2.2 cm de largo, 0.5–0.8 cm de ancho, lineares o lanceolados, ascendentes, recurvados, carnosos, desiguales, los externos más largos, los interiores quillados, ápices obtusos; tubo del perigonio 1–1.4 cm de largo, 0.9–1.0 cm de diámetro, infundibuliforme, engrosado; cuello poco constreñido 0.1–0.2 cm de largo, 0.6–0.7 cm de ancho; filamentos de los estambres 4.8–5 cm de largo, púrpura oscuro a rojizos, insertos en el borde del tubo del perigonio, anteras 1.3–1.4 cm de largo; ovario cilíndrico a infundibuliforme, 1.4–1.6 cm de largo, 0.5–0.7 cm de ancho; estilo púrpura oscuro a rojizo, 5.2–

6.1 cm de largo; **cápsulas** 2–2.4 cm de largo, 1–1.3 cm de ancho, ovadas a elípticas, café obscuras, pedicelos 0.2–0.3 cm de largo; **semillas** 3.5–4 cm de largo por 0.2–0.3 cm de ancho, lunuladas.

Distribución: Endémica de México por la vertiente oriental, en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Puebla y Oaxaca.

Ejemplares examinados: **Mpio. Acajete**, malpaís de Toxtlacoaya carretera Xalapa-Perote entre La Joya y Las Vigas, *Cházaro y Hernández 7343* (CHAPA, XAL); 2 km al NE de La Joya, carretera Perote-Xalapa, *García-Mendoza 7620* (MEXU); Ibid. *García-Mendoza 7622*; 3 km antes de La joya, yendo de Perote a Jalapa, *Espejo et al. 4417* (CHAPA, XAL); **Mpio. Chiconquiaco**, Salto de Chiconquiaco, *Matuda 37559* (ENCB, MEXU); **Mpio. Coacoatzintla**, Cerca de Coacoatzintla, *Ortega 838* (XAL); **Mpio. Ixhuacán de los Reyes**, Carretera a Patlanalán, desviación a Comajapa, *Jimeno 710* (CITRO); **Mpio. La Joya**, 5 km al O de la Joya, Gómez-Pompa 1431 (MEXU); Malpays de La Joya, Schiede y Deppe s/n (MEXU); Cruz verde, camino antiguo a Xalapa, *Arzaba et al. 710* (CHAPA); Camino a Cruz Verde, salida al camino antiguo a Xalapa, *Arzaba et al. 711* (CHAPA); **Mpio. Las Minas**, Barranca de las Minas, *Arzaba et al. 641* (CHAPA); **Mpio. Las Vigas**, Malpaís de Volcancillo por Toxtlacoaya, *Cházaro y Flores 6221* (ENCB); El Volcancillo, 4 km al S de Las Vigas, *García-Mendoza et al. 3968* (ENCB, MEXU); 5 km al SE de las Las Vigas, carretera Perote-Xalapa, *García-Mendoza et al. 5725* (MEXU); El Volcancillo, *García-Mendoza 6192* (MEXU); 14 miles W of Jalapa, along road to Puebla, *Gentry 12576* (MEXU); 4-6 km SE de Las Vigas sobre la ruta 140, *Gentry y Dorantes 23376* (MEXU); Pedregal de Las Vigas along highway between Las Vigas and La Joya, below Toxtlacuaya, *Odgen y Gilly 51160* (MEXU); El Volcancillo (faldas), *Ortega 417* (MEXU, XAL); Las Vigas de Ramírez, *Zamora y Castillo-Campos 2234* (MEXU, XAL); **Mpio. Naolinco**, 3 km al NO de Coacoatzintla, 26 km al NE de Banderilla, *García-Mendoza et al. 5734* (MEXU); El Esquilón, 5 km al NO de Coacoatzintla, *García-Mendoza et al. 5736* (MEXU); Cerca de Naolinco, *Gómez-Pompa 683* (MEXU); **Mpio. San Juan Texhuacán**, Camino a El Precipicio, cerca de Xochitla, *Arzaba y Rosales 736* (CHAPA); **Mpio. Tatatila**, Tenepanoaya, *Durán y Burgos 732*; **Mpio. Xico**, Barranca de Taxolo [Texolo], carretera Jalapa-Coatepec, *Martínez et al. B.F.I.20* (ENCB).

Hábitat: Sitios abiertos y rocosos en bosques de *Pinus* y *Quercus*.



Figura 29. *Agave obscura*. A. Hábito, B. Flores, C. Roseta.

Fenología: Florece de abril a julio. Fructifica de julio a octubre.

Nombres comunes: Lechuguilla, cacaya, cacaya negra.

Usos: Flores comestibles.

Nota taxonómica: El nombre *A. obscura* fue mal interpretado por Trelease (1920), Breitung (1959) y Gentry (1982) debido a una confusión en la ubicación de la localidad tipo que menciona Schiede (1829), por lo que durante seis décadas *A. obscura* se aplicó a las poblaciones de la zona semiárida cerca de El Limón Totalco en el Valle de Perote, las cuales corresponden a *A. horrida* Lem. ex Jacobi subsp. *perotensis* Ulrich (Cházaro, 1981; Ullrich, 1990). Thiede (2001) aplica correctamente el nombre de *A. obscura* pero lo asocia al ejemplar *Gentry et al.* 20417 que

corresponde con el holotipo designado por Ulrich (*l.c*) para *A. horrida* subsp. *perotensis*. Esta especie presenta gran variabilidad morfológica en el tamaño y forma de sus hojas y denticulos.

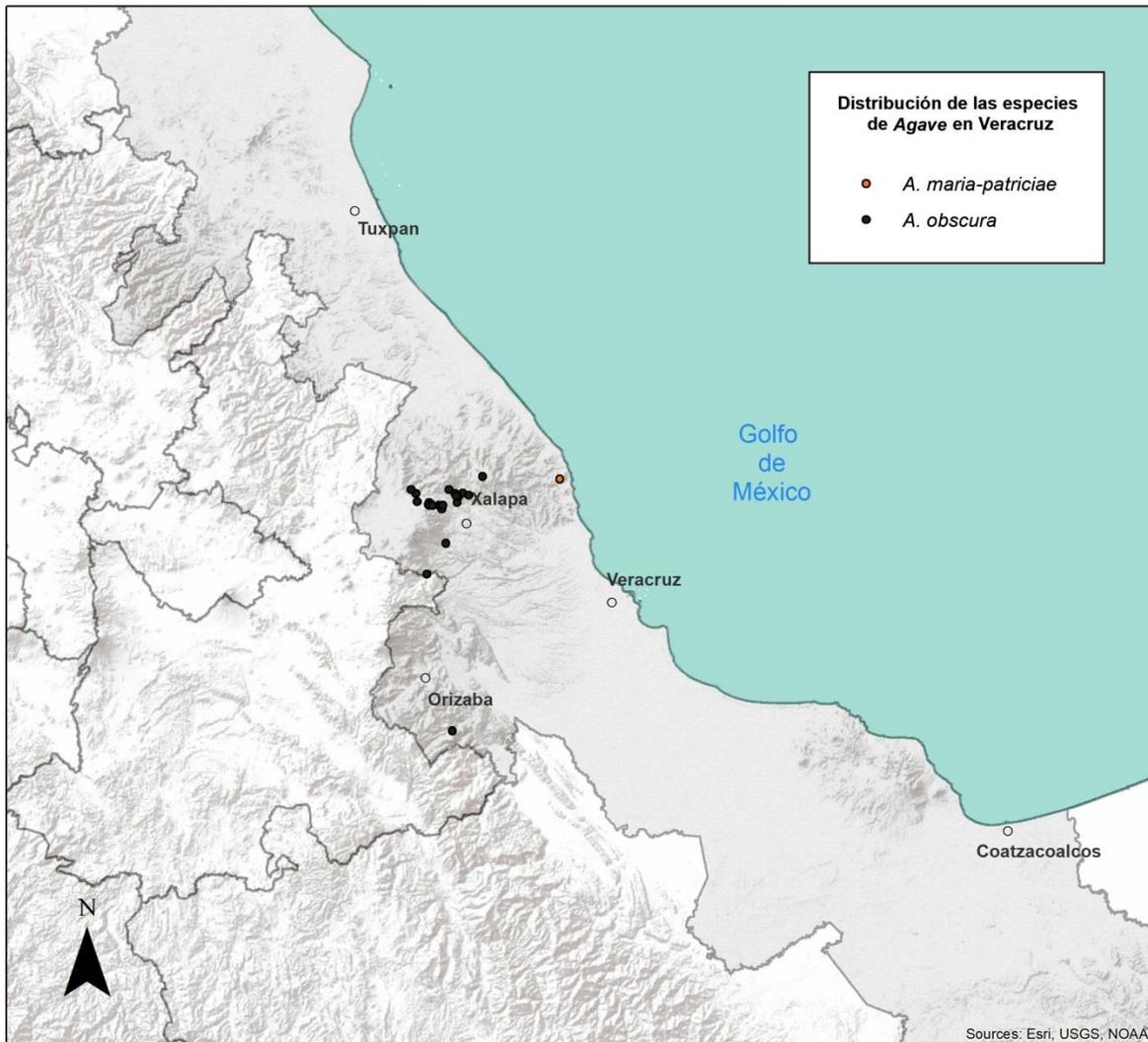


Figura 30. Distribución de *Agave maria-patriciae* y *A. obscura* en Veracruz.

Agave pendula Schnittspahn, Zeitschrift des Gartenbau-Vereins zu Darmstadt 6(1): 7. 1857.
TIPO: [neotipo] Inglaterra. Londres: *ex cult.* Curtis Bot. Mag. t. 6292. 1877; III.1877, *teste* N.E. Brown (K). Designado por *Gentry*, Agaves Cont. N. Amer. 226. 1982.

Agave aloina K. Koch, Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten 3: 37. 1860.

Agave sartorii K. Koch, Ibid.
Agave pulcherrima K. Koch, Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl.
Preuss. Staaten, 8: 104. 1865 *nom. Illeg.*
Agave rubrocincta Jacobi, Abh. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Abth. Naturwiss. 153. 1868.
Agave rufocincta Jacobi, Nachtr. Ord. Agav. 1: 88. 1868.
Agave coespitosa Todaro Hort. Bot. Panorm. 1: 32, t. 8. 1876.
Agave sartorii var. *caespitosa* (Todaro) A. Terracciano, Prim. Contr. Monogr. Agave 23.
1885.

Planta caulescente, tallos decumbentes o colgantes, cortamente ramificados cerca del ápice, 1–2 m de longitud, comúnmente con las vainas de las hojas persistentes. **Rosetas** abiertas, policárpicas, 60–105 de altura, 90–120 cm de ancho. **Hojas** 10–15 por roseta, lanceoladas a linear-lanceoladas, 50–80 cm de largo, 3.7–10 cm de ancho, carnosas, planas o cóncavas, comúnmente ascendentes, verde claro a verde amarillento con una línea central amarilla pálida; margen denticulado, dentículos 0.1 cm de largo, 0.1–0.2 cm de ancho en su base, café rojizos, irregularmente triangulares; espina terminal aguda, 0.2–0.4 cm de largo, café rojiza. **Inflorescencia** espiciforme, axilar, 1.3–2.4 m de largo, flexibles, pendientes, floreciendo laxamente sobre el tercio superior del escapo; brácteas del escapo ascendentes, 13–15 cm de largo, 1.2–1.6 cm de ancho en su base, largamente triangulares; bractéolas subuladas, cartáceas, largamente triangulares. **Flores** 3.8–4(–5.2) cm de largo, verde pálidas o amarillentas; tépalos 1.6–1.7 cm de largo, 0.5–0.6 cm de ancho, linear a linear lanceolados, regularmente recurvados, carnosos, los interiores con una quilla aplanada, ápices cuculados; tubo del perigonio 0.5–0.8 cm de largo, 0.7–0.8 (1.5) cm de diámetro, infundibuliforme; cuello corto, poco constreñido 0.2 de largo, 0.5 cm de ancho; filamentos de los estambres 2.5–4 cm de largo, amarillentos, insertos en borde del tubo del perigonio, anteras 1.5–1.6 cm de longitud, amarillentas; ovario regularmente estriado, 1.6–1.7 cm de largo, 0.5 cm de ancho; estilo amarillento, algunas veces rojizo, 4.5–4.8 cm de longitud; **cápsulas** trígonas, 2.0–2.6 cm de largo, 1–1.6 cm de ancho, elípticas a oblongas, café oscuro y quebradizas cuando dehiscentes, pedicelos 0.3–0.5 cm de largo; **semillas** numerosas, 0.3–0.4 cm de largo y ancho, lunuladas.

Distribución: Endémico de México en los estados de Veracruz y Chiapas. En Veracruz se encuentra en la región del Sotavento.

Ejemplares examinados: Mpio. Actopan, Cerro de la Campana ladera N, Sierra de Manuel



Figura 31. *Agave pendula*. A. Hábito, B. Rosetas, C. Flores.

Díaz, R. Acosta *et al.* 991 (MEXU); Al O de Almolonga, G. Castillo-Campos *et al.* 17079 (XAL); Al NE de Mozomboa, G. Castillo-Campos *et al.* 17583 (XAL); 1.5 km al NO de Trapiche de Rosario, pequeña formación rocosa, C. Arzaba y R. Barillas 74976 (CHAPA, XAL);

Mpio. Alto Lucero, Entre la Reforma y Alto de Altizar, *Cházaro* 936 (XAL); **Mpio. Comapa**, Barranca de Panoaya, 2 km al N de El Coyol, *Cházaro y Acevedo* 6902 (CHAPA, MEXU); Barranca de Panoaya, cerca del puente de Panoaya, *Cházaro et al.* 7124 (CHAPA); Barranca de Panoaya, 2 km al NE de El Coyol, *Medina y Ortiz* 848 (MEXU); **Mpio. Dos Ríos [Emiliano Zapata]**, 3 km al S de Cerro Gordo, carretera Xalapa–Veracruz, *García-Mendoza et al.* 5728 (MEXU); **Mpio. Emiliano Zapata**, cultivada en el Jardín Botánico (UNAM) camellón 11, procede de Cerro Gordo, *García-Mendoza* 6754 (MEXU); cerro (Gordo) by Rt. 140, 10-20 miles SE de Jalapa, *Gentry y Dorantes* 23375 (MEXU); cascada de Xoltepec, 1.5 km al NE de Cerro Gordo, *Arzaba y Barillas* 729 (CHAPA, XAL); **Mpio. Jalcomulco**, 1.5 km al NO del poblado de Jalcomulco, *Castillo-Campos et al.* 17883 (XAL); Barranca del Jabalí al S de Jalcomulco, *Castillo-Campos y Aranda* 8827 (XAL); **Mpio. Naolinco**, Chiverías, cerca de Almolonga, *Ortega* 809 (XAL); **Mpio. Paso de Ovejas**, 2 km al SO de Cantarranas, *Castillo-Campos y Medina* 3555 (XAL); **Mpio. Puente Nacional**, Puente Nacional, *Hernández y Dorantes* 1792 (MEXU); **Mpio. Tenampa**, Rancho cinegético Bellreguart de Sochiapa, *Carrillo-Reyes et al.* 5457 (XAL); Bellreguard, *Cruzado et al.* 83 (CITRO); **Mpio. Teocelo**, 2 km al SE de Tejería, rumbo a Llano Grande, *P. Tenorio* 15487 (MEXU).

Hábitat: Bosque tropical caducifolio y ecotonías con bosque de *Quercus* y bosque tropical subcaducifolio. Crece en cantiles y pendientes rocosas entre 100 y 800 m de altitud.

Fenología: Florece de enero a marzo, fructifica de marzo a abril.

Nombres comunes: Maguey de peña, maguey de tejón.

Usos: No conocidos.

Nota taxonómica: *A. pendula* es abundante en las barrancas del centro de Veracruz en la región del Sotavento. Esta especie presenta una amplia plasticidad morfológica pero se distingue por presentar un tallo largo, algunas veces superando 2 m de longitud, de hábito decumbente o colgante cortamente ramificado con rosetas abiertas e inflorescencia marcadamente recurvada.

Agave striata Zuccarini, Nov. Actorum Acad. Caes. Leop.-Carol. German. Nat. Cur. 16(2): 678. 1833. TIPO: [neotipo] Inglaterra: Londres, *ex. cult.* Hort. Kew. from Real del Monte, *anónimo* (K). Designado por Gentry, Agaves Cont. N. Amer. 226. 1982.

Agave recurva Zuccarini, Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Naturwiss. Abt. 4: 22. 1845.

Agave striata var. *mesae* A. Berger, Die Agaven 81. 1915.

Agave ensiformis Baker, Gard. Chron.: 556. 1877.

Plantas acaules o cortamente caulescentes, rosetas densas, cespitosas, perennes, 50–100 cm de altura, 50–120 cm de ancho, formando densas colonias. **Hojas** numerosas, lineares, 25–60 cm de largo, 0.5–1 cm de ancho, poco flexibles, engrosadas en la base, quilladas en ambas caras, rectas o arqueadas, verde pálido a rojizas; margen cartilaginoso, escabroso o finamente serrulado, espina terminal aguda, 1–5 cm de largo, gris a café rojiza. **Inflorescencia**, 1.5–2.5 m de altura, erecta, floreciendo laxamente sobre la mitad o el tercio superior; brácteas del escapo densas, largamente triangulares a lineares, 5–10 cm de largo, bractéolas largamente triangulares, más cortas que las flores. **Flores** 3–4 cm de largo, verde amarillentas a rojizo oscuras; tépalos 0.5–0.7 cm de largo, 0.3–0.5 cm de ancho, ovados a oblongos, incurvados, los interiores más anchos y quillados, ápices obtusos; tubo del perigonio 1.4–2 cm de largo por 0.8–1.1 cm de ancho, cilíndrico; cuello inconspicuo; filamentos de los estambres 3–5 cm de largo, rojizos o purpuráceos, insertos en la mitad del tubo del perigonio, frecuentemente biseriados, anteras 1.2–1.6 cm de largo; ovario cilíndrico a angulado, estriado, 1.2–1.5 cm de largo; estilo rojizo a purpuráceo. **Cápsulas** trígonas, ovadas, apiculadas, 13–16 cm de largo, 0.8–10 cm de ancho, café oscuras, pedicelos 0.2–0.3 cm de largo; **semillas** 0.3–0.4 cm de largo por 0.3 cm de ancho, lunuladas.

Distribución: Endémica de México, en los estados de Coahuila, Durango, Hidalgo, Puebla, Querétaro, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Ejemplares examinados: Mpio. Huayacocotla, Ojo de agua grande, *Jimeno* y *Viccon 653* (CITRO).

Hábitat: Matorral xerófilo a una altitud de 2180 m.

Fenología: Florece y fructifica de abril a agosto.

Nombres comunes: No conocido.

Usos: No conocidos.

Nota taxonómica: *Agave striata* solo se conoce en la zona de la Barranca de Santiago en Huayacocotla gracias a un ejemplar depositado en CITRO. Durante las exploraciones efectuadas en la zona de colecta del ejemplar examinado no se registró ningún ejemplar de esta especie. Es necesario llevar a cabo más expediciones botánicas en la zona.



Figura 32. *Agave striata*. Ilustración de *A. striata* en Bot. Mag. t. 4950 disponible en <https://www.biodiversitylibrary.org/item/14360#page/189/mode/1up>, B. Ejemplar examinado (CITRO).

Agave warelliana Hort. ex Baker, Gard. Chron., ser. nov. 1877. TIPO: [neotipo] Italia. Ventimiglia: *ex cult.* La Mórtoia Bot. Gard., *Berger s.n.* (hoja 1), 21.IV.1912 (K). Designado por Gentry, Agaves Cont. N. Amer. 1982. Isonotipo US.

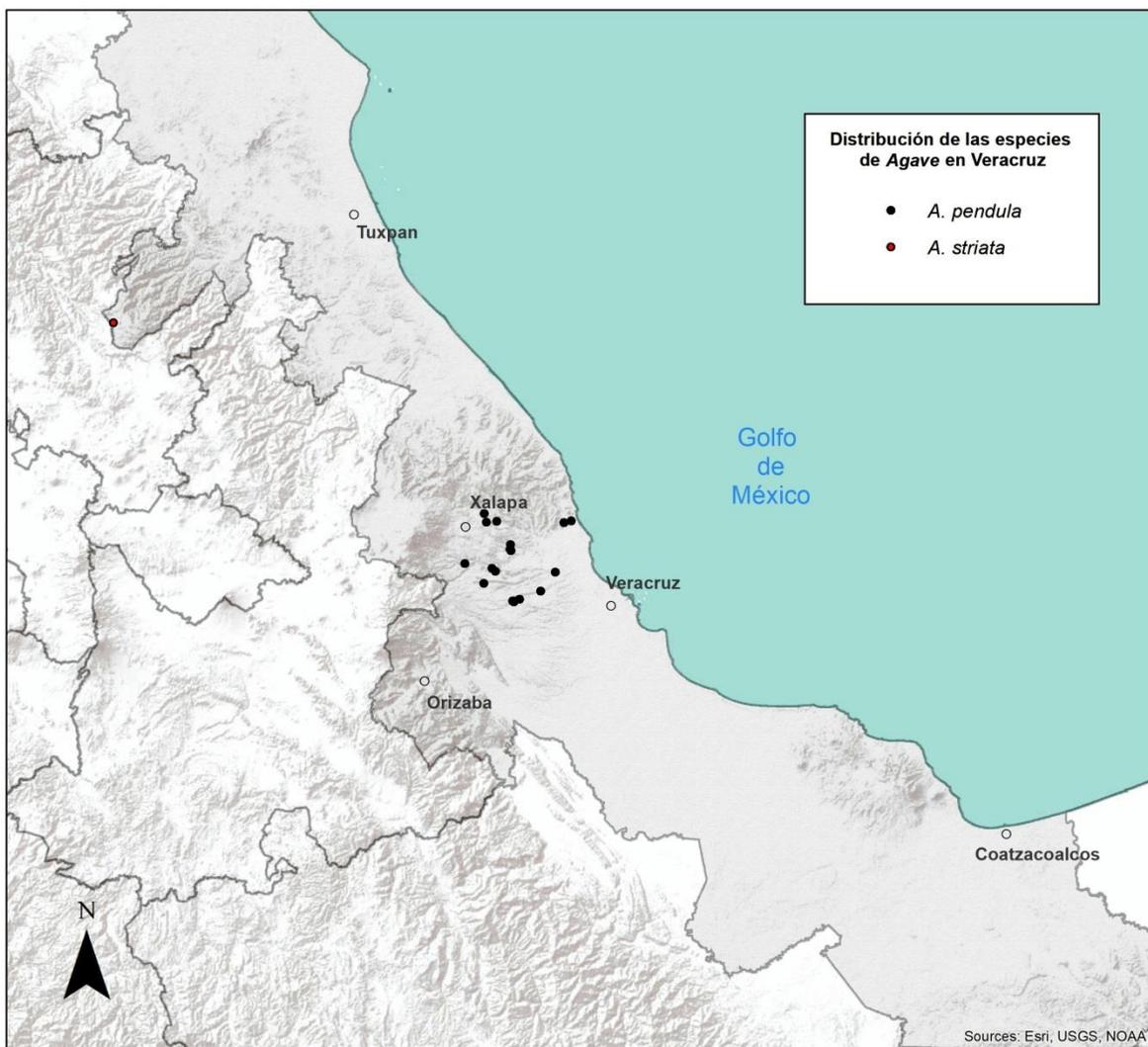


Figura 33. Distribución de *Agave pendula* y *A. striata* en Veracruz.

Plantas caulescentes, tallo 20–50 cm de longitud, subrecto; **rosetas** abiertas, surculosas, 90–120 cm de alto, 120–170 cm de ancho. **Hojas** 20–30 por roseta, lanceoladas, linear-lanceoladas o lanceoladas-espátuladas, 64–80 cm de largo, 9–14 cm de ancho, ascendentes o extendidas, suculentas, poco flexibles, regularmente planas, verde pálido o glaucas; margen serrulado o denticulado, denticulos irregularmente triangulares, 0.1–0.3 cm de largo, 0.2–0.3 cm de ancho,

café rojizos; espina terminal aguda, 0.7–1.5 cm de longitud, café oscuro o rojiza. **Inflorescencia** espiciforme, 2.5–5 m de altura, erecta, floreciendo densamente por arriba de la mitad; brácteas del escapo 10–25 cm de largo, 5–9 cm de ancho en su base, triangulares a largamente triangulares, bractéolas subuladas, densas, papiráceas, triangulares, acuminadas; **Flores** 5.8–8 cm de largo, amarillo rojizas a maculado purpuráceas, subtendidas por una bractilla lanceolada, papirácea y quebradiza, 2–3.5 cm de largo; tépalos 2.2–2.4 cm de largo, 0.5–1 cm de ancho, lineares o lanceolados, recurvados, carnosos, desiguales, los exteriores más largos, los interiores quillados, ápices redondeados a ligeramente cuculados; tubo del perigonio 1.2–1.5 cm de largo, 1.0–1.2 cm de diámetro, infundibuliforme; cuello apenas constreñido, 0.2 cm de largo, 0.4 cm de ancho; filamentos de los estambres 6–8 cm de largo, purpuráceos, insertos a 0.1–0.2 cm del borde del tubo del perigonio, anteras 2.5 cm de largo; ovario cilíndrico, 2 cm de largo por 0.5 cm de ancho; estilo purpuráceo, 5.8–10 cm de longitud; **cápsulas** 2.6–4 cm de largo, 1.5–2 cm de ancho, ovadas a obovadas, café oscuras, pedicelos 0.3 cm de largo; **semillas** 0.5–0.6 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho, lunuladas.

Distribución: Solo conocida en México, en los estados de Chiapas y Veracruz. En este último estado se encuentra en la zona montañosa central en las inmediaciones de Orizaba.

Ejemplares examinados: **Mpio. Calchualco**, Cañada del río Ayohuxtla, 1 km al NW de Itzapa, *Rincón y Durán 2738* (XAL); **Mpio. Mendoza [Nogales]**, Paraje Piedra del Águila, cerro de Palo verde, *Jimeno et al. 298* (CITRO); Cerro Palo Verde, cerca de la roca del Águila, 3-4 km al N de Cd. Mendoza, *Oliva y Loranca 1670* (XAL); **Mpio. Nogales**, Piedra del Águila, Palo Verde, *Arzaba y Barillas 783* (CHAPA); Piedra del Águila, *Vargas et al. 588* (CITRO); **Mpio. San Andrés Tenejapa**, Cerca de la cima del cerro Petlalcala, *Cházaro y Loranca 7945* (XAL).

Hábitat: Paredes rocosas de origen calizo en bosque de *Pinus*.

Fenología: Floraciones registradas de diciembre a abril. Fructifica de mayo a septiembre.

Nombres comunes: No conocido.

Usos: No conocido.

Nota taxonómica: La descripción original de *A. warelliana* hecha por Baker (1887) corresponde a una planta joven cultivada en Inglaterra, esta descripción solo se basó en atributos vegetativos.

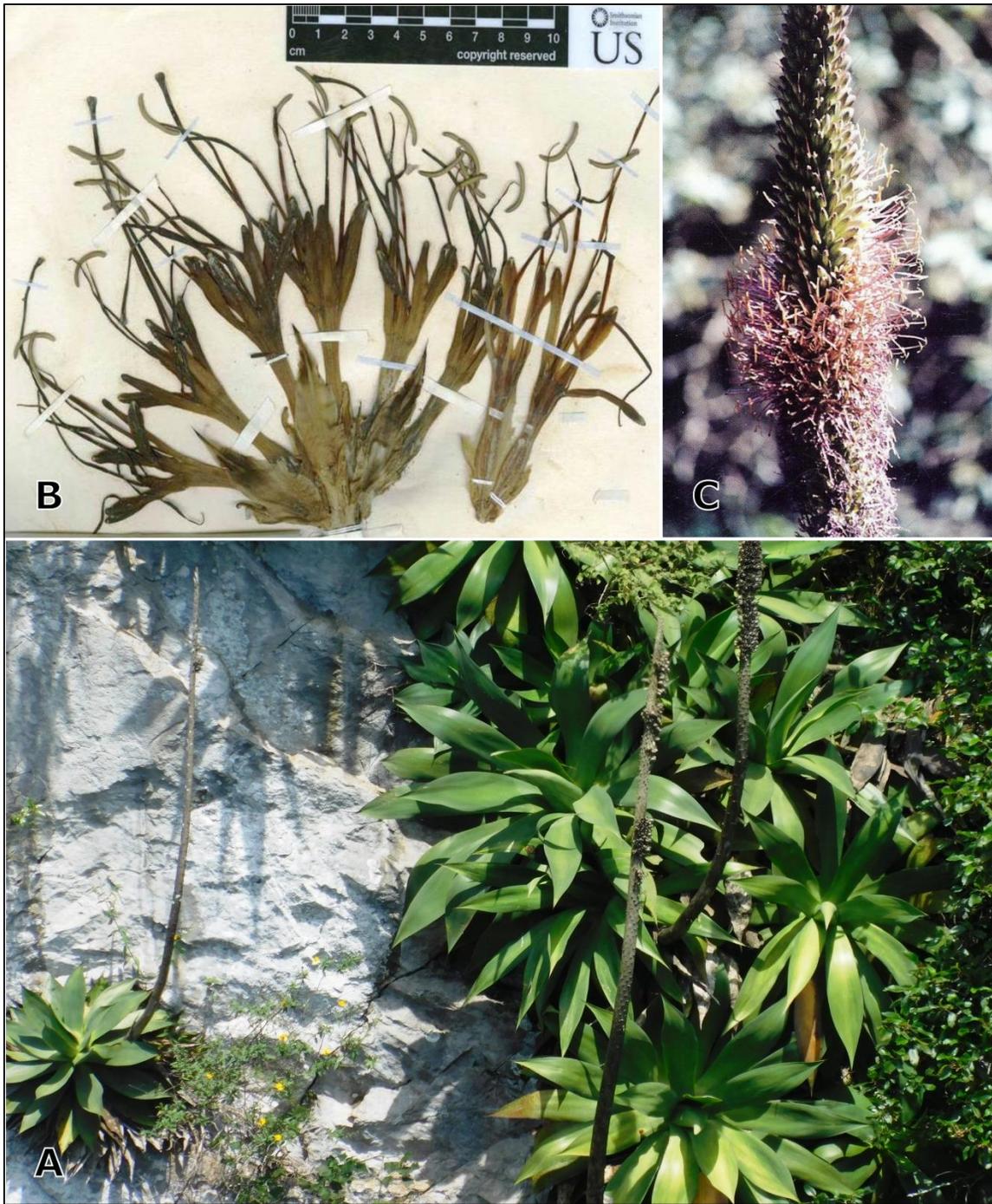


Figura 34. *Agave warelliana*. A. Hábito, B. Detalle del isoneotipo (US) disponible en <https://collections.nmnh.si.edu/search/botany/>, C. Parte de la inflorescencia (tomado de Cházaro et al., 2008).

Gentry (1982) basa su descripción en las observaciones de Berger, (1915), quién describió una planta cultivada en La Mòrtola, Italia, con flores y brácteas marcadamente más grandes que las del resto de las especies relacionadas (sección Polycephalae). Los ejemplares observados en

herbario y aquí descritos representan plantas con flores de menor tamaño (5.8–8 cm) y brácteas más pequeñas (10–25 cm) mientras que Gentry (*l.c.*) registra flores de 9–9.5 cm de longitud y brácteas de 35 cm de largo. Es necesario analizar la variabilidad morfológica de *A. warelliana* con mayor detalle para interpretar correctamente a esta especie rara y pobremente representada en los herbarios.

Agave wendtii Cházaro, Cact. Suc. Mex. 1997. TIPO: México. Veracruz: *ex cult.* Rancho La Palma, El Castillo, Xalapa, traída de los cantiles rocosos del río Encajonado, región del río Uxpanapa, VIII.1983, *Cházaro y Flores 6645*, 05 may. 1991 (XAL!) Isotipos: CHAPA!, MEXU!

Agave wendtii Cházaro, Cact. Suc. Mex. 1995. *nom illeg.*

Plantas acaules, rosetas abiertas, laxas, solitarias, 30–40 cm de alto por 45–60 cm de ancho. **Hojas** 20–30 por roseta, lanceoladas a oblongas, 10–25 cm de largo, 2.5–3.5 cm de ancho, ascendentes, suculentas, poco flexibles, quebradizas, planas, glaucas cuando jóvenes, verde pálido al madurar, margen finamente denticulado o serrulado, denticulos triangulares, 0.1–0.2 cm de largo y ancho, del mismo color que la hoja; espina terminal aguda, 0.1–0.4(1) cm de longitud, café oscuro. **Inflorescencia** espiciforme, 100 cm de largo, erecta, floreciendo densamente por arriba de la mitad; brácteas del escapo 7–8 cm de largo, 1.5–2 cm de ancho en su base, largamente triangulares, bractéolas subuladas, cartáceas. **Flores** 2–3 cm de largo, verde pálidas o amarillentas, geminadas o en grupos de 3; tépalos 1–1.4 cm de largo, 0.4 cm de ancho, lanceolados a oblongos, rectos, carnosos, desiguales, los exteriores ligeramente más largos, los interiores quillados, ápices obtusos, ligeramente cuculados; tubo del perigonio 0.4–0.6 cm de largo, 0.6 cm de diámetro, infundibuliforme; cuello apenas constreñido 0.1–0.2 cm de largo y ancho; filamentos de los estambres 2–3 cm de largo, verde pálido, insertos en el borde del tubo del perigonio, anteras 1–1.5 cm de largo; ovario cilíndrico, 0.8–1 cm de largo, 0.4–0.5 cm de ancho; estilo verde pálido, 2–3 cm de largo; **cápsulas** 1.1–1.3 cm de largo, 1–1.2 cm de ancho, ampliamente ovadas, café oscuras, pedicelos 0.4 cm de largo; **semillas** 0.3–0.4 cm de largo y ancho, auriculadas.

Distribución: Endémica de Veracruz. Solo conocida de la localidad tipo.

Ejemplares examinados: Mpio. Xalapa, Rancho La Palma, El Castillo, Xalapa, traída de los cantiles rocosos del río Encajonado, región del río Uxpanapa en agosto de 1983, Cházaro y Flores 6645 (CHAPA!, MEXU!, XAL!); Rancho La Palma, congregación de El Castillo, 6 km al SE de Xalapa, Cházaro y Hernández 6993 (XAL).

Hábitat: Paredes rocosas de origen calizo en bosque tropical perennifolio, a una altitud de ca. 50 m.

Fenología: Floración registrada en abril y mayo. Frutos dehiscentes registrados en agosto y septiembre.

Nombres comunes: No conocido.

Usos: No conocido.

Nota taxonómica: Esta especie solo ha sido observada en estado silvestre en la localidad tipo de El Encajonado, municipio de Minatitlán. El material original se derivó de tres plantas cultivadas en Rancho La Palma, Xalapa entre 1983 y 1991. Las exploraciones de campo posteriores en la zona del Uxpanapa localizaron una segunda población a orillas del río Chalchijapa. Con el análisis de esos ejemplares se amplió la descripción original de *A. wendtii* Jimeno-Sevilla (2010b). Sin embargo los ejemplares recolectados no corresponden morfológicamente a lo descrito por (Cházaro,1995). *A. wendtii sensu* Cházaro tiene hojas de hasta 25 cm de largo, verde pálidas o glaucas con dentículos pequeños y concoloros de 0.1–0.2 cm de largo, inflorescencias de 1 m de altura, flores de 2–3 cm de longitud, carnosas y con tubos de 0.4–0.6 cm. Mientras que los ejemplares recolectados por Jimeno-Sevilla (*DJS 1050 XAL, CITRO*) tienen hojas de hasta 43 cm con margen córneo grisáceo, dentículos de 0.3–0.5 cm de largo, grisáceos, inflorescencia de ca. 200 cm de altura, flores de 2.4–3.3 cm de longitud con tubos de 0.2 a 0.3 cm. La descripción de Jimeno-Sevilla (*l.c.*) combina las características de ambas poblaciones, por lo que se sugiere descartarla como descripción de *A. wendtii sensu* Cházaro. La población del río Chalchijapa permanece como indeterminada. La descripción original de *A. wendtii* fue ampliada con las observaciones de Cházaro (1997) y con los ejemplares aquí examinados.



Figura 35. *Agave wendtii*. A. Roseta, B-C. Inflorescencia, D. Flores. A y B tomadas de Cházaro (1997), C y D cortesía de Geoffrey Bowman.

***Agave* sp.**

Plantas caulescentes o acaules, tallo hasta 80 cm de longitud, arqueado, erecto en su porción distal, **rosetas** abiertas, laxas, solitarias, 40–50 cm de alto, 60–80 cm de ancho. **Hojas** 20–30 por roseta, lanceoladas a ovadas, 26–43 cm de largo, 3.5–5.5 cm de ancho, ascendentes, poco flexibles, planas a semicóncavas, verde claro a amarillentas, con una línea central difusa amarillenta, margen córneo, denticulado, denticulos irregularmente triangulares, curvados, 0.4–0.5 cm de largo por 0.2 cm de ancho, con pequeños dientecillos intersticiales de ca. 0.1 cm, castaños cuando jóvenes, grisáceos cuando maduran; espina terminal aguda, profundamente

acanalada, 1–1.7 cm de largo, café a grisácea. **Inflorescencia** espiciforme, ca. 200 cm de largo, erecta, floreciendo densamente desde el tercio inferior; brácteas del escapo no observadas, bractéolas, cartáceas, linear-triangulares. **Flores** 2.4–3.3 cm de largo, verde pálidas o amarillentas, geminadas; tépalos 1.2–1.5 cm de largo, 0.2–0.3 cm de ancho, oblongos, rectos, desiguales, los exteriores ligeramente más largos, los interiores quillados, ápices obtusos; tubo del perigonio 0.2–0.3 cm de largo por 0.3–0.4 cm de diámetro, amplio; cuello constreñido 0.3–0.4 cm de largo, 0.2–0.3 cm de ancho; filamentos de los estambres 3–3.2 cm de longitud, verde amarillentos, insertos en el borde del tubo del perigonio; anteras 1 cm de largo; ovario cilíndrico, 1–1.1 cm de largo, 0.3–0.4 cm de ancho; estilo verde pálido, 3 cm de largo; **cápsulas** 1.2–1.6 cm de largo, 0.8 cm de ancho, elípticas a oblongas, café oscuras, pedicelos 0.5–1.2 cm de largo; **semillas** 0.3 cm de largo, 0.2–0.3 ancho, lunuladas.

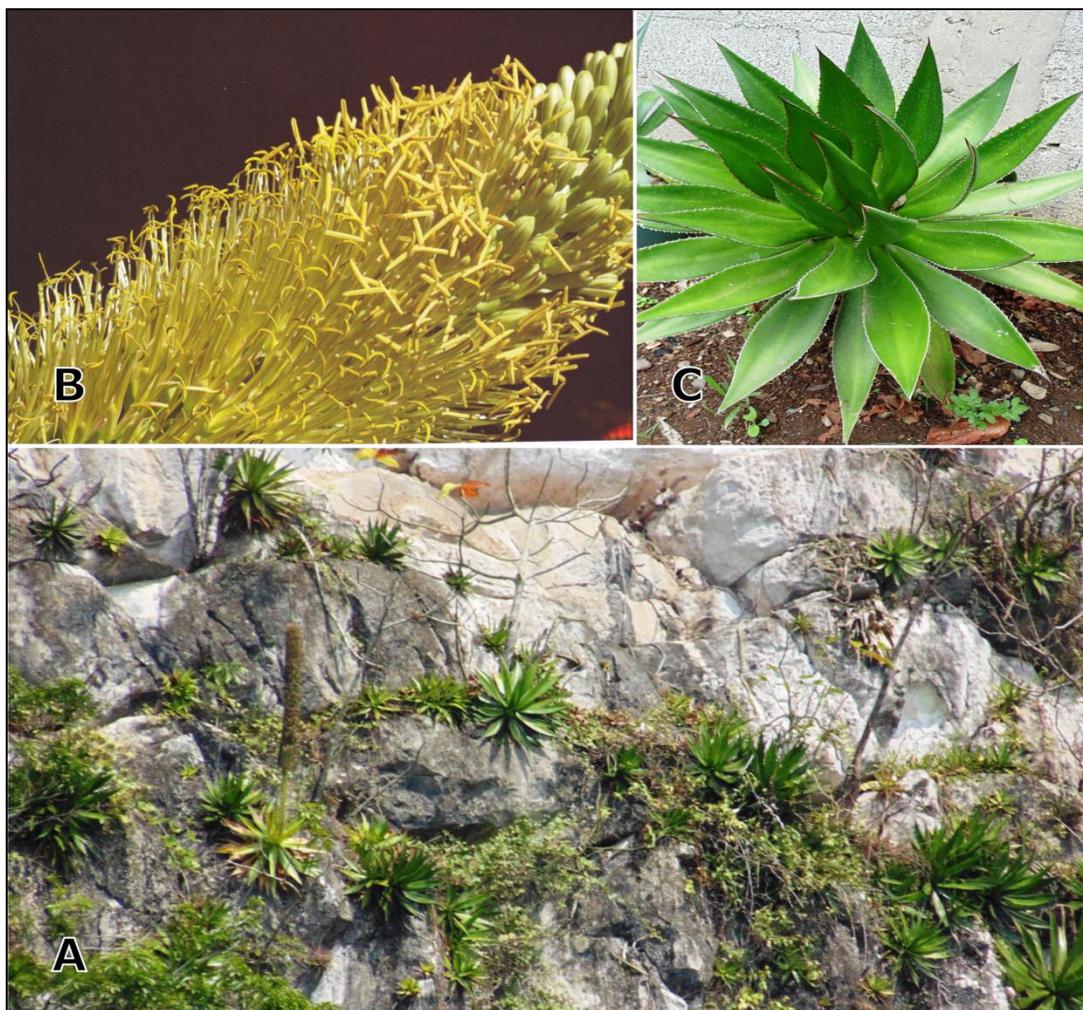


Figura 36. *Agave* sp. A. Hábito, B. Flores (tomado y modificado de Jimeno-Sevilla (2010)), C. Roseta.

Distribución: Ribera del río Chalchijapan en la región del Uxpanapa.

Ejemplares examinados: Mpio. Jesús Carranza, Ribera del río Chalchijapa, entre el poblado El Nopal y Fco. Villa viejo, *Jimeno 1050* (CITRO, XAL); Mpio. Uxpanapa, Orillas de río Chalchijapan, Ejido Saturnino Zedillo, Poblado 1, *Arzaba et al. 756* (CHAPA).

Hábitat: Acantilados calizos en bosque tropical perennifolio.

Fenología: Flores y frutos registrados en febrero.

Nombres comunes: No conocido.

Usos: No conocido.

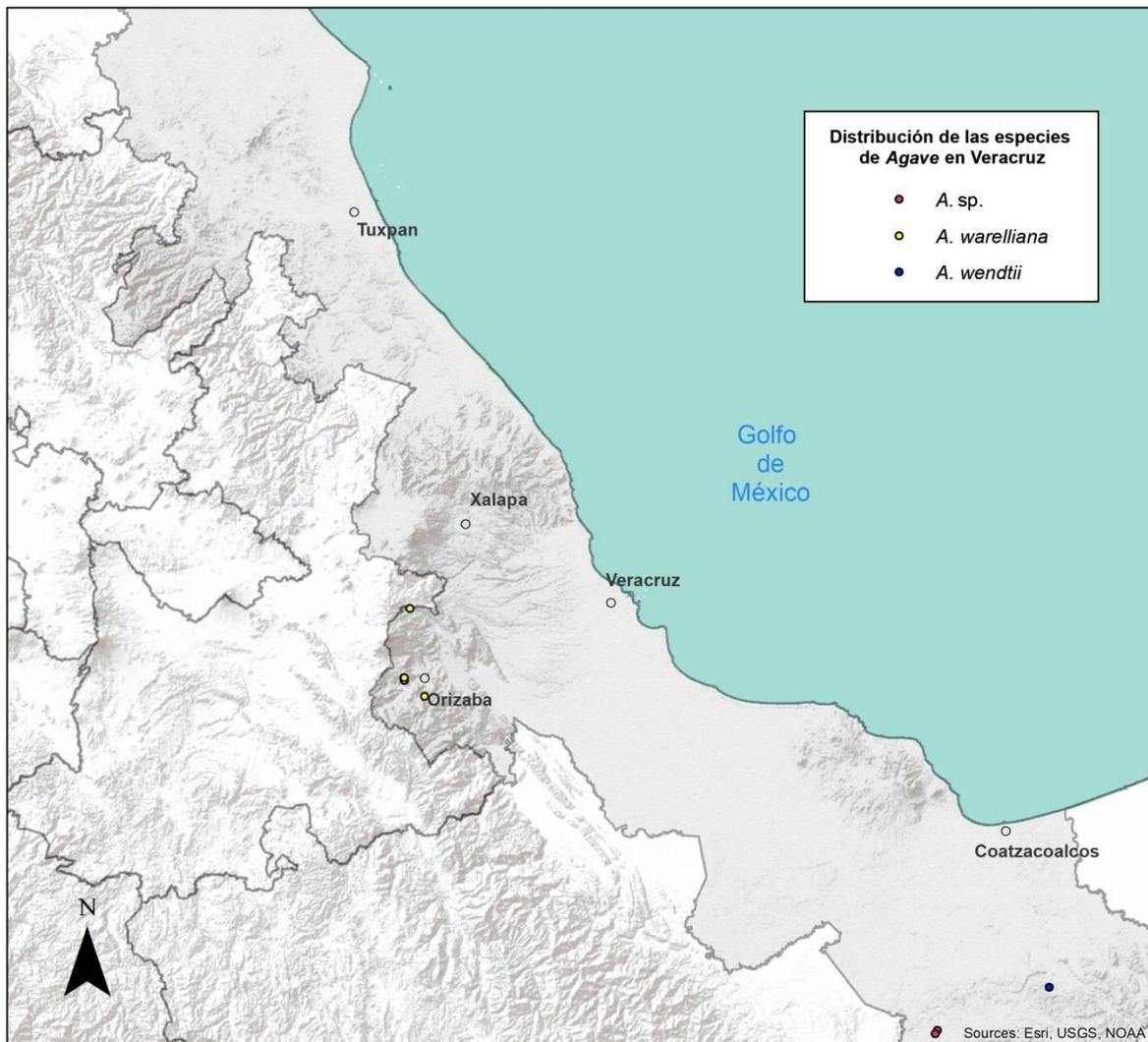


Figura 37. Distribución de *Agave warelliana*, *A. wendtii* y *A. sp.* en Veracruz.

Nota taxonómica: Este ejemplar solo se ha registrado en la cuenca alta del río Chalchijapan, región del Uxpanapa, cerca de los límites con el estado de Oaxaca. Los ejemplares examinados en XAL y CITRO (*Jimeno 1050*) fueron nombrados como *A. wendtii*, sin embargo, las evidentes diferencias morfológicas encontradas sugieren que se trata de dos entidades diferentes (véase *A. wendtii* Cházaro). El análisis morfológico de los ejemplares examinados sugiere que los individuos examinados pertenece a la Sección *Marginatae*, mientras que *A. wendtii* se incluye dentro de la sección *Polycephalae* (Cházaro, 1995; Thiede, 2001).

LITERATURA CITADA

- Arzaba-Villalba, C., Cházaro-Basáñez, M., Viveros-Colorado, C. (2018). *Agave maria-patriciae* (Polycephalae Group: Asparagaceae), a new species from Central Coastal Veracruz, Mexico. *Phytotaxa*, 360(3), 263–268.
- Baker, J. G. (1887). The Genus *Agave*. *The Gardener's Chronicle* 8: 264–265.
- (1888). Handbook of the Amaryllideae, 1888. Disponible en <http://www.biodiversitylibrary.org/item/52710>
- Berger, A. (1915). *Die Agaven Beiträge zu Einer Monographie*. Jena: Verlag Von Gustav Fischer.
- Breitung, A. J. (1959). Cultivated and Native Agaves in the Southwestern United States. *Cactus and Succulent Journal*, 31, 142–146.
- Castillo-Campos, G.; Medina, M.E., Dávila, P.D. y Zavala, J.A. (2005). Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México. *Acta Botanica Mexicana*, 73, 19–57.
- Cházaro-Basáñez, Miguel; Vázquez-García, J. A. (2013). *Agave jimenoii* (Polycephalae group, Asparagaceae) a new species from the. *Phytotaxa*, 13(1), 1–6.
- Cházaro-Basáñez, M. de J. (1989). Agavaceae del centro de Veracruz y zona limítrofe con

- Puebla. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 34(1), 3–16.
- Cházaro-Basáñez, M. J., Jimeno-Sevilla, D., Van der Meer, P. y Van Roosbroek, J. (2008). *Agave warelliana* (Agavaceae), a New Record from Veracruz, Mexico. *International Cactus Adventures*, 78, 24–30.
- Cházaro-Basáñez, M., Jimeno-Sevilla, D. y Oliva-Rivera, H. (2010). *Agave gomezpompae*, a new species of *Agave* (Agavaceae) from Central Veracruz, Mexico. *Cactus-Adventures Internacional*, 88(August 2006), 2–11.
- Cházaro, M. (1981). Nota sobre la tipificación de *Agave obscura* Schiede y su confusión con *Agave xalapensis* Rozel. *Biotica*, 6(4), 435–446.
- (1997a). A new species from Mexico: *Agave wendtii* Cházaro. *Cactus-Adventures Internacional*, 35, 13–14.
- . (1997b). Aclaración sobre *Agave wendtii*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 42(4), 95.
- (1995). Una nueva especie de *Agave* (Agavaceae) del Sureste de Veracruz, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 40(4), 92–96.
- Cházaro, M., Gheno, Y., Oliva, H., Ramón, F. (2012). *Agave ellemeetiana* (Agavaceae) Un nuevo registro para el Estado de Veracruz, Mexique. *Cactus-Adventures Internacional*, (96), 29–35.
- Cházaro, M., Narave, H., Vázquez, J. (2016). Exploraciones botánicas en el volcán Cofre de Perote. En H. Narave, L. Garibay, M. de los Á. Chamorro, L. Álvarez y Y. De la Cruz (eds.), *El Cofre de Perote: situación, persectivas e importancia* (pp. 107–111). México: Universidad Veracruzana.
- Emory, W. H. (1859). Botany of the Boundary. En *Report on the United States and Mexican boundary survey* (Vol. 2, p. 270). Whashington: A.O.P. Nicholson. Disponible en <http://www.biodiversitylibrary.org/item/91674>
- García-Mendoza, A. (2010). Revisión taxonómica del complejo *Agave potatorum* Zucc.

- (Agavaceae): nuevos taxa y neotipificación. *Acta Botánica Mexicana*, 91, 71–93.
- (2011). Agavaceae. En *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán* (p. 96). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-Mendoza, A. y Chiang, F. (2003). The confusion of *Agave vivipara* L. and *A. angustifolia* Haw., two distinct taxa. *Brittonia*, 55(1), 82–87. [http://doi.org/10.1663/0007-196X\(2003\)055\[0082:TCOAVL\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1663/0007-196X(2003)055[0082:TCOAVL]2.0.CO;2)
- Gentry, H. S. (1982). *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press, Ed. Tucson, Arizona, USA.
- Guillot Ortiz, D. y Van der Meer, P. (2004). Respecto del primer icono del género *Agave* L. en Europa. *Lagascalia*, 24, 7–17.
- Haworth, A. (1812). *Synopsis plantarum succulentarum: cum descriptionibus, synonymis, locis, observationibus anglicanis, culturaque auctore A.H. Haworth*. Londres: Typis Richardi Taylor et Soch. Disponible en <http://www.biodiversitylibrary.org/item/38208>
- Jacobi, G. A. (1864). Versuch zu einer systematischen Ordnung den Agaveen (fortsetzung). *Hamburger Garten- Und Blumenzeitung*, 20, 539–562.
- Jimeno-Sevilla, D. (2010a). *Agave gomezpompae* Cházaro & Jimeno-Sevilla, sp. nov. inédito. En A. Gómez-Pompa, T. Krömer y R. Castro-Cortés (eds.), *Atlas de la flora de Veracruz: un patrimonio natural en peligro* (pp. 97–99). México: Gobierno del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, Universidad Veracruzana.
- (2010b). *Agave wendtii* Cházaro. En A. Gómez-Pompa, T. Krömer y R. Castro-Cortés (Eds.), *Atlas de la flora de Veracruz: un patrimonio natural en peligro* (pp. 100–102). México: Gobierno del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana.
- Koch, K. (1862). Einige Worte über der Tonel'schen Agaveen in Gent. *Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten*, 5, 197–199.

- Lemaire, C. A. (1860). *L'Illustration horticole : journal spécial des serres et des jardins*. Gand, Belgium: Imprimerie et lithographie de F. et E. Gyselnyck. Disponible en <https://www.biodiversitylibrary.org/item/3356>
- Linné, C. von. (1753). *Species plantarum*. Holmiae: Impensis Laurentii Salvii,. Disponible en <https://www.biodiversitylibrary.org/item/13829>
- Mora-López, J. L., Reyes-Agüero, J. A., Flores-Flores, J. L., Peña-Valdivia, C. B. y Aguirre-Rivera, J. R. (2011). Variación morfológica y humanización de la sección *Salmianae* del género *Agave*. *Agrociencia*, 45(4), 465–477. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79960961203&partnerID=40&md5=f1d8a5caaa0ef277bbc9c6ff231716d4>
- Nelson Sutherland, C. (1997). Material tipo de la colección de Sesse y Mociño en el Real Jardín Botánico de Madrid. *Anales Del Jardin Botánico de Madrid*, 55(2), 375–418.
- Rivera-Hernández, J. E., Cházaro-Basáñez, M. de J., Vargas-Rueda, A. F., Ramón-Farías, F., Oliva-Rivera, H. y Alcántara-Salinas, G. (2015). Nuevas adiciones para la Flora de Veracruz. *Acta Botanica Mexicana*, 112, 45–65.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México: Editorial Limusa.
- Salm-Reifferscheid-Dyck, J. (1834). *Hortus dyckensis : ou catalogue des plantes cultivées dans les jardins de Dyck*. Dusseldorf: Arnz & Comp.
- (1859). Bemerkungen über die Gattungen *Agave* und *Fourcroya* nebst Beschreibung einiger neuen Arten. *Bonplandia*, 7, 13–96. Retrieved from <http://www.biodiversitylibrary.org/item/89395>
- Schiede, C. (1829). Botanische Berichte aus Mexico, mitgetheilt vom Dr. Schiede. *Linnaea*, 4, 554–583.
- (1830) Ibid, 463-477.
- Schnittspahn, G. F. (1857). Bemerkungen über zwei mexikanische Pflanzen. *Zeitschrift Des Gartenbau-Vereins Zu Darmstadt*, 6(1), 7–8.

- Sessé, M. y Mociño, I.M. (1887). *Flora Mexicana*. México: Apud I. Escalante. Disponible en <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>
- (1893). *Plantae Novae Hispaniae*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. Disponible en <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>
- Smith, G. F. y Figueiredo, E. (2013). Notes on the nomenclature of species of *Agave* L. (Agavaceae / Asparagaceae) grown in and described from European gardens and nurseries. *Bradleya*, 31, 53–57.
- Sosa, V. y Gómez-Pompa, A. (1994). Lista florística. In *Flora de Veracruz* (p. 245). Instituto de Ecología A.C., University of California, Riverside.
- Thiede, J. (2001). Agavaceae. En U. Egli (Ed.), *Illustrated Handbook of Succulent Plants, Monocotyledons* (pp. 5–102). Heidelberg: Springer.
- (2014). A review of *Agave ellemeetiana* K.Koch (Asparagaceae/Agavaceae). *Bradleya*, 32(32), 146–163. <http://doi.org/10.25223/brad.n32.2014.a7>
- Trelease, W. (1909). The Mexican fibers agaves known as Zapupe. *Transactions of The Academy of Science of St. Louis*, 18(3), 29–43. Disponible en <http://www.biodiversitylibrary.org/item/29724>
- (1920). Amaryllidaceae. En *Contributions from the United States National Herbarium* (Vol. 23, p. 169). <http://doi.org/Doi 10.1038/Ejcn.2010.91>
- Tropicos.org Missouri Botanical Garden. (2016). Revisado en agosto 15, 2016, en <http://www.tropicos.org>
- Ullrich, B. (1990). *Agave obscura* Shiede y *Agave horrida* Lemaire ex *jacobi* ssp. *perotensis* Ullrich ssp. nov. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 35(4), 75–82.
- Zuccarini, J. (1832). Plantarum novarum vel minus conitarum, quae in horto botanico herbarioque regio monacensi servantur, fasciculus primus. *Beilbätter Zur Flora Order Allgemeinen Botanischen Zeitung*, 15(2), 67–102. Disponible en <http://books.google.com/books?id=CQ0VAAAAYAAJ&pgis=1>

———— (1833). Über einige pflanzen aus den gattungen Agave und Fourcroya. *Nova Acta Physico-Medica Academia Caesareae Leopoldino-Carolinae*, 16(2), 659–678.

CONCLUSIONES

En el estado de Veracruz se registran 19 especies del género *Agave s.s.*, de las cuales cuatro se consideran endémicas de la entidad. El subgénero *Littaea* es el más rico con catorce especies, de las cuales siete pertenecen a la sección *Polycephalae*. Una población estudiada permaneció como indeterminada. El análisis morfológico llevado a cabo debe ser profundizado y enriquecido con otras técnicas para resolver la situación taxonómica de esta población.

Con base en el análisis por Componentes Principales, los caracteres florales son los que mejor discriminan a los taxa de *Agave* en el estado de Veracruz, así como atributos de la espina terminal y de las brácteas del escapo. El análisis de agrupamiento por medio del procedimiento de pares no ponderado con media aritmética con el Coeficiente de distancia Euclidiana es útil para la identificación de los subgéneros y secciones de *Agave s.s.* de la clasificación propuesta por Gentry (1982).

Es necesario aumentar la representación de las especies de *Agave s.s.* de Veracruz en los herbarios nacionales e internacionales. La falta de ejemplares botánicos dificulta la correcta interpretación y circunscripción de los taxa en Veracruz. Además de que representan una limitante para los estudios relacionados con la distribución geográfica de las especies del género. La falta de conocimiento de la biología y ecología de las especies consideradas endémicas del estado supone un riesgo para su conservación y la de sus hábitats.

APÉNDICE

Matriz Básica de Datos (29×57) de las poblaciones de *Agave ensu stricto*. en Veracruz, usada para el análisis de agrupamiento.

OTU	Caracteres / Estados de carácter					
	tal_lar	ros_anc	ros_nho	hoj_lon	hoj_anc	esp_lon
angal	23.3	121.5	29.3	87.3	8.6	2.8
angvi	32.0	124.8	37.2	60.2	3.1	2.9
apphu	0.0	126.7	42.7	78.7	10.3	3.0
appma	0.0	150.0	34.5	71.5	18.0	3.2
appte	0.0	150.0	22.0	70.0	18.0	3.0
atrte	0.0	390.0	37.0	162.5	31.0	6.0
ellezo	0.0	215.0	16.0	90.0	21.0	0.0
ghima	0.0	70.0	70.0	35.0	7.0	3.0
gomam	150.0	112.0	18.0	76.0	7.5	0.5
horpe	0.0	78.5	61.5	34.0	6.8	4.0
horto	0.0	80.2	68.0	31.9	6.8	4.0
jimtl	0.0	80.0	16.0	48.0	5.0	0.5
lecsa	0.0	89.8	28.7	53.5	3.9	2.0
lecza	0.0	83.8	21.5	64.0	4.5	1.9
lopal	0.0	232.5	33.8	114.8	5.1	2.8
marmo	15.0	45.0	13.0	26.9	5.8	0.7
obsjo	0.0	107.8	25.2	53.8	7.4	0.5
obsmi	0.0	140.5	25.5	80.0	9.5	0.5
penac	120.0	115.0	10.0	53.0	6.8	0.4
penxo	123.8	106.8	10.4	78.2	4.6	0.3
potma	0.0	58.2	58.0	24.8	10.8	3.1
salfr	0.0	148.3	22.5	78.0	19.8	3.5
salfr2	0.0	185.0	17.0	100.0	26.5	5.3
salhu	0.0	210.0	17.0	97.0	19.0	4.0
warca	0.0	170.0	22.0	80.0	9.0	0.7
warme	0.0	170.0	22.0	64.0	11.5	1.5
warpe	0.0	170.0	22.0	70.0	13.0	1.5
wench	80.0	80.0	32.0	42.5	4.4	1.5
wenux	0.0	50.0	20.0	19.3	3.1	0.3
	can_lon	den_lon	bra_lon	bro_lon	bro_anc	inf_lon
angal	1.5	0.4	15.2	0.4	0.5	372.5
angvi	0.9	0.3	15.0	0.3	0.5	253.4
apphu	2.0	0.9	23.7	1.0	0.5	633.3

appma	2.0	0.9	25.0	1.0	0.5	925.0
appte	2.0	0.9	25.0	1.0	0.5	900.0
atrte	3.5	1.0	33.4	0.8	1.3	780.0
ellezo	0.0	0.0	10.0	2.5	0.4	400.0
ghima	0.0	6.5	15.0	8.0	0.4	400.0
gomam	0.0	0.1	13.5	3.4	0.5	142.5
horpe	0.0	0.5	13.3	12.0	0.6	350.0
horto	0.0	0.5	18.3	12.0	0.6	320.0
jimtl	0.0	0.1	13.5	2.9	0.3	108.0
lecsa	1.0	0.5	14.2	4.9	0.4	235.3
lecza	1.1	0.1	15.3	5.3	0.4	224.0
lopal	0.9	0.5	11.9	8.5	0.6	491.3
marmo	0.3	0.2	7.0	2.5	0.3	105.0
obsjo	0.3	0.3	14.0	3.4	0.7	298.8
obsmi	0.3	0.2	11.8	5.4	0.9	245.0
penac	0.0	0.3	10.3	2.6	0.3	257.0
penxo	0.0	0.1	14.5	2.9	0.2	212.0
potma	2.0	0.8	11.5	1.1	0.8	445.0
salfr	2.0	0.9	24.8	2.9	1.5	614.8
salfr2	2.9	1.1	51.8	5.3	0.4	725.0
salhu	2.0	1.1	15.3	5.3	0.4	224.0
warca	1.0	0.2	35.0	10.0	1.0	500.0
warme	1.0	0.2	35.0	9.5	0.9	250.0
warpe	1.0	0.2	35.0	10.0	1.0	500.0
wench	0.7	0.4	7.4	2.1	0.3	200.0
wenux	0.1	0.1	7.4	1.7	0.3	100.0

	inf_nra	flo_lon	cue_lon	cue_anc	tub_lon	tee_lon
angal	16.0	6.8	1.0	0.6	1.0	2.5
angvi	12.0	4.9	0.2	0.7	0.8	1.8
apphu	47.0	6.8	0.9	0.8	1.9	1.9
appma	39.0	6.8	0.9	0.8	1.9	1.9
appte	41.0	5.5	0.6	0.8	0.9	2.2
atrte	23.0	7.7	0.7	0.4	1.2	3.1
ellezo	0.0	4.0	0.3	0.4	0.2	2.0
ghima	0.0	3.5	0.3	0.4	0.3	1.8
gomam	0.0	4.1	0.2	0.6	0.6	2.4
horpe	0.0	4.0	0.5	0.5	0.4	1.6
horto	0.0	4.0	0.4	0.4	0.3	1.7
jimtl	0.0	3.3	0.1	0.6	0.6	1.7
lecsa	0.0	3.3	0.4	0.4	0.5	1.6
lecza	0.0	3.4	0.4	0.4	0.5	1.6

lopal	0.0	5.2	0.4	0.5	0.3	2.2
marmo	0.0	2.5	0.3	0.4	0.7	1.2
obsjo	0.0	4.1	0.2	0.7	1.4	2.2
obsmi	0.0	4.2	0.1	0.7	1.3	2.2
penac	0.0	3.7	0.3	0.5	0.7	1.4
penxo	0.0	3.9	0.2	0.5	0.7	1.7
potma	0.0	5.4	0.2	0.4	1.5	1.6
salfr	14.0	6.8	0.9	0.8	1.2	1.8
salfr2	20.0	9.6	1.0	0.9	1.9	2.6
salhu	16.0	3.4	0.4	0.4	0.5	1.6
warca	0.0	5.8	0.2	0.4	1.2	2.4
warme	0.0	5.8	0.2	0.4	1.2	2.4
warpe	0.0	5.8	0.2	0.4	1.2	2.4
wench	0.0	2.7	0.4	0.2	0.2	1.2
wenux	0.0	2.7	0.3	0.1	0.3	1.4

	tee_anc	fil_lon	fil_anc	fil_ins	ant_lon	ant_anc
angal	0.4	5.6	0.1	1.0	2.1	0.2
angvi	0.4	3.7	0.2	0.6	2.0	0.2
apphu	0.4	4.8	0.2	1.1	2.7	0.2
appma	0.4	4.8	0.2	1.1	2.7	0.2
appte	0.4	4.8	0.2	1.1	1.2	0.1
atrte	0.5	6.3	0.2	0.8	3.2	0.3
ellezo	0.6	5.0	0.1	0.2	1.1	0.2
ghima	0.4	4.0	0.1	0.3	1.5	0.2
gomam	0.3	4.3	0.2	0.6	0.8	0.2
horpe	0.5	4.1	0.1	0.4	1.4	0.2
horto	0.5	3.9	0.1	0.3	1.4	0.2
jimtl	0.5	3.9	0.2	0.6	1.5	0.3
lecsa	0.4	4.5	0.1	0.2	1.4	0.2
lecza	0.4	4.5	0.1	0.2	1.4	0.2
lopal	0.5	4.0	0.1	0.3	2.0	0.2
marmo	0.4	1.8	0.1	0.7	1.3	0.2
obsjo	0.8	4.8	0.2	1.4	2.0	0.3
obsmi	0.8	5.0	0.2	1.3	2.0	0.2
penac	0.5	2.9	0.1	0.7	1.4	0.2
penxo	0.6	2.5	0.2	0.7	1.5	0.2
potma	0.4	3.5	0.1	1.0	1.4	0.2
salfr	0.5	3.6	0.2	0.9	2.2	0.2
salfr2	0.5	6.5	0.3	1.3	3.0	0.3
salhu	0.4	4.5	0.1	0.2	1.4	0.2
warca	0.5	6.0	0.1	1.0	2.5	0.2

warme	0.5	6.0	0.1	1.0	2.5	0.2
warpe	0.5	6.0	0.1	1.0	2.5	0.2
wench	0.2	3.1	0.1	0.2	1.3	0.2
wenux	0.4	2.0	0.1	0.6	1.3	0.1

	est_lon	est_anc	ova_anc	fru_lon	ped_lon	sem_lon
angal	4.3	0.1	1.0	5.0	0.5	0.8
angvi	4.1	0.2	0.8	4.0	0.5	0.8
apphu	5.0	0.2	1.0	4.1	1.1	0.4
appma	5.0	0.2	1.0	4.1	1.1	0.4
appte	5.0	0.2	0.6	4.1	1.1	0.4
atrte	7.2	0.2	0.8	6.2	1.1	0.9
ellezo	4.0	0.1	0.5	1.6	0.9	0.3
ghima	4.5	0.2	0.4	2.0	0.5	0.4
gomam	4.3	0.2	0.4	1.8	0.4	0.4
horpe	3.8	0.2	0.7	1.9	0.5	0.3
horto	3.0	0.2	0.6	1.9	0.5	0.3
jimtl	5.0	0.1	0.6	2.0	0.4	0.5
lecsa	3.7	0.2	0.6	2.3	0.5	0.6
lecza	3.7	0.2	0.6	2.3	0.5	0.6
lopal	2.9	0.2	0.5	2.6	0.9	0.6
marmo	2.9	0.1	0.6	6.3	1.7	0.8
obsjo	5.6	0.2	0.6	2.1	0.3	0.4
obsmi	6.1	0.2	0.7	2.1	0.3	0.4
penac	3.0	0.2	0.6	1.6	0.5	0.4
penxo	4.6	0.2	0.5	2.4	0.5	0.4
potma	3.0	0.2	0.6	5.2	0.5	0.6
salfr	3.6	0.3	0.7	5.3	1.2	0.8
salfr2	5.3	0.3	1.0	6.3	1.7	0.8
salhu	3.7	0.3	0.6	7.0	1.7	0.8
warca	5.8	0.1	0.5	2.6	0.3	0.6
warme	5.8	0.1	0.5	2.6	0.3	0.6
warpe	5.8	0.1	0.5	2.6	0.3	0.6
wench	3.0	0.1	0.3	1.4	0.9	0.3
wenux	2.8	0.1	0.4	1.2	0.4	0.4

	tal_pre	ros_hab	hoj_for	hoj_col	linc_pre	esp_col
angal	1	2	2	1	0	2
angvi	1	2	2	4	0	2
apphu	0	1	7	2	0	4
appma	0	1	7	2	0	4
appte	0	1	7	2	0	4

atrte	0	1	3	2	0	1
ellezo	0	3	6	2	0	0
ghima	0	2	7	1	0	4
gomam	1	4	3	6	0	1
horpe	0	3	4	3	0	4
horto	0	1	4	3	0	4
jimtl	1	4	3	2	0	1
lecsa	0	3	1	5	0	4
lecza	0	3	1	5	0	4
lopal	0	1	1	5	1	4
marmo	1	4	3	4	1	1
obsjo	0	3	3	1	0	2
obsmi	0	3	3	1	0	2
penac	1	2	3	5	1	2
penxo	1	2	3	5	1	2
potma	0	1	5	2	0	3
salfr	0	2	3	1	0	1
salfr2	0	1	3	1	0	1
salhu	0	1	3	1	0	1
warca	1	4	3	2	0	2
warme	1	4	3	2	0	2
warpe	1	4	3	2	0	2
wench	1	2	7	4	0	4
wenux	0	1	3	4	0	1

	esp_for	den_pat	den_col	den_for	mac_pres	bra_for
angal	2	1	2	3	0	2
angvi	2	1	2	3	0	2
apphu	3	1	4	3	1	3
appma	3	1	4	3	1	3
appte	3	1	4	3	1	3
atrte	2	1	1	3	0	3
ellezo	1	0	0	0	0	4
ghima	2	1	4	1	1	1
gomam	2	1	2	1	0	2
horpe	3	1	4	1	1	1
horto	3	1	4	2	1	1
jimtl	2	1	5	1	0	1
lecsa	3	1	4	4	1	2
lecza	3	1	4	2	1	2
lopal	3	2	4	2	1	2
marmo	2	2	2	1	0	2

obsjo	2	1	2	1	0	2
obsmi	2	1	2	1	0	2
penac	2	2	1	1	0	2
penxo	2	2	2	1	0	2
potma	4	1	3	3	0	3
salfr	2	1	1	3	0	3
salfr2	2	1	1	3	0	3
salhu	2	1	1	1	0	3
warca	2	1	2	1	0	2
warme	2	1	2	1	0	2
warpe	2	1	2	1	0	2
wench	3	1	4	2	1	2
wenux	2	1	3	1	0	2

	bra_mar	brac_col	bro_for	bro_col	inf_for	inf_zfl
angal	2	2	3	4	1	1
angvi	2	2	3	4	1	1
apphu	2	1	3	1	1	2
appma	2	1	3	1	1	2
appte	2	1	3	1	1	2
atrte	2	1	3	1	1	1
ellezo	1	3	3	3	1	3
ghima	1	4	1	4	2	1
gomam	1	2	2	2	2	1
horpe	3	1	1	1	2	2
horto	3	1	1	1	2	2
jimtl	2	3	1	3	2	2
lecsa	2	4	1	4	2	1
lecza	2	4	1	4	2	1
lopal	3	4	1	4	2	2
marmo	1	2	2	2	2	2
obsjo	2	2	2	2	2	1
obsmi	2	2	2	2	2	1
penac	2	3	2	3	2	1
penxo	2	3	2	3	2	1
potma	2	4	3	4	1	1
salfr	1	4	3	4	1	1
salfr2	1	2	3	4	1	1
salhu	1	3	3	4	1	1
warca	1	4	2	2	2	2
warme	1	4	2	2	2	2
warpe	1	4	2	2	2	2

wench	2	3	2	3	2	3
wenux	1	3	3	3	2	2

	tep_for	tep_col	tqu_pres	tap_for	fil_col	ant_col
angal	1	1	0	3	2	1
angvi	1	1	0	3	2	1
apphu	2	1	1	4	1	1
appma	2	1	1	4	1	1
appte	2	1	1	4	1	1
atrte	2	2	1	3	1	1
ellezo	1	2	0	1	1	1
ghima	3	3	1	2	4	2
gomam	1	2	1	3	2	1
horpe	1	3	1	2	2	2
horto	1	3	1	2	2	2
jimtl	1	1	1	3	1	1
lecsa	3	1	0	4	3	1
lecza	3	1	0	4	3	1
lopal	2	1	1	4	1	1
marmo	2	1	1	3	2	1
obsjo	2	4	1	3	4	2
obsmi	2	4	1	3	4	2
penac	2	1	1	4	2	1
penxo	2	2	1	4	2	1
potma	4	2	1	4	2	1
salfr	2	2	1	4	2	1
salfr2	2	2	1	4	2	1
salhu	2	2	1	4	2	1
warca	3	2	1	2	4	1
warme	3	2	1	2	4	1
warpe	3	2	1	2	4	1
wench	4	2	1	3	2	1
wenux	3	1	1	4	1	1

	est_col	fru_for	sem_for
angal	2	1	1
angvi	2	1	1
apphu	1	3	2
appma	1	3	2
appte	1	3	2

atрте	1	1	2
ellezo	1	1	2
ghima	3	1	1
gomam	2	2	1
horpe	2	1	1
horto	2	1	1
jimtl	2	1	1
lecsa	1	3	1
lecza	1	3	1
lopal	1	3	2
marmo	2	3	1
obsjo	3	2	1
obsmi	3	2	1
penac	2	1	2
penxo	2	1	2
potma	2	3	2
salfr	2	3	2
salfr2	2	3	2
salhu	2	3	2
warca	3	2	1
warme	3	2	1
warpe	3	2	1
wench	2	1	1
wenux	1	2	2
