

Informe final* del Proyecto FZ025
Diversidad y distribución del género *Tripsacum* (Poaceae: Tripsacinae) en México. Segunda fase*

Responsable: M en C. Manuel González Ledesma
Institución: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
Área Académica de Biología
Herbario HGOM
Dirección: Carretera a Pachuca-Tulancingo km 4.5 s/n, Carboneras, Mineral de la Reforma, Hgo, 42184 , México
Correo electrónico: ledesmag@uaeh.edu.mx
Teléfono/Fax: 01 771 71 72 000 ext. 6655
Fecha de inicio: Enero 31, 2014.
Fecha de término: Julio 31, 2020
Principales resultados: Base de datos, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** González Ledesma, M. 2020. Diversidad y distribución del género *Tripsacum* (Poaceae: Tripsacinae) en México. Segunda fase. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. **Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. FZ025.** Ciudad de México.

Resumen:

Se propone una segunda fase para el proyecto de diversidad de *Tripsacum* en México, específicamente describir, ilustrar y enviar a publicación 10 especies nuevas; volver a revisar materiales de herbarios nacionales y de dos extranjeros para actualizar la identificación y la base de datos inicialmente comprometida; una clave para identificación de especies, descripciones de morfología que incorporen datos sobre números de cromosomas y niveles de ploidía y distribución.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

PROYECTO FZ025 (CONABIO): DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *TRIPSACUM* (POACEAE, TRIPSACINAE) EN MÉXICO, ETAPA II

INFORME FINAL¹

M. en C. Manuel González Ledesma

Herbario del Área Académica de Biología, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Participantes en diferentes etapas del proyecto

Dra. Patricia Dávila Aranda, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México

M. en C. Patricia Vera Caletti, Biología, Universidad Autónoma de Chapingo

Dra. Denise Costich, Banco de Germoplasma de Maíz, Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo

Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, octubre de 2019

¹El informe no se limita al proyecto FZ025, es una visión general del estado del conocimiento del género *Tripsacum* en México, desde el punto de vista del autor del informe. Otros productos específicos del proyecto FZ025 etapa II, son:

1. González-Ledesma M. et al. 2019. Nueve especies nuevas de *Tripsacum* (Poaceae: Tripsacinae) de México. En revisión.
2. González-Ledesma et al. 2019. *Tripsacum hispidum* (Poaceae: Tripsacinae), nueva circunscripción y cambio de posición taxonómica. En revisión.
3. Base de datos de *Tripsacum* con 150 registros.
4. Relación de dibujos originales de las especies nuevas de *Tripsacum*. Realizadas por el Biól. Jorge Alberto González Martínez. Se enviarán a CONABIO para su resguardo.

CONTENIDO

Introducción	3
Materiales y métodos	4
Resultados	6
Discusión	8
Conclusiones	12
Investigación a futuro	12
Referencias	13

INTRODUCCIÓN

Tripsacum L. es un género monoico de gramíneas perennes, exclusivo del Nuevo Mundo, que forma junto con *Zea* la subtribu Tripsacinae (Clayton & Renvoize, 1986) o es parte de la tribu Maydeae (Watson, Macfarlane & Dallwitz, 1992) junto con *Euchlaena* (teocintles), *Zea* y otros 4 o 5 géneros de Asia y Oceanía. Sistemas de clasificación filogenéticos moleculares han generado otros conceptos a nivel de género, tribu o subtribu. Son sistemas aún volátiles e imprácticos (Vorontsova, Clayton & Simon, 2015). Esto queda demostrado por las propuestas recientes de Soreng et al. (2015), Kellog (2015), Soreng et al. (2017) y Saarela et al. (2018). Carecen también de un tratamiento de los géneros (descripciones, claves) que concilie morfología y otros datos existentes. En particular, para los géneros de Maydeae (*sensu* Watson, Macfarlane & Dallwitz 1992) no se ha realizado análisis moleculares ni otro tipo de estudios en tiempos recientes. Para los géneros presentes en América (Tripsacinae *sensu* Clayton & Renvoize 1986) se han realizado estudios parciales, ninguno incluye los taxones de los tres géneros (*Euchlaena*, *Tripsacum*, *Zea*), y de manera notable se ha llegado incluso a omitir las principales estructuras morfológicas que distinguen a los géneros en Tripsacinae (Doebley & Iltis 1980; Iltis & Doebley 1980) para sustentar reconocimiento o rechazo de géneros.

Para *Tripsacum* se han reconocido 16 especies, con límites pobremente definidos, distribuidas desde el noreste de los Estados Unidos hasta Paraguay, con la mayor diversidad en México (de Wet et al. 1985).

El género es considerado como una fuente muy amplia de genes que pueden transferirse al maíz. Tradicionalmente se reconocen dos secciones: *Tripsacum* con espiguillas estaminadas sésiles, y *Fasciculata* con una espiguilla estaminada pedicelada (de Wet et al. 1982). La hibridación es frecuente junto con la poliploidía y la apomixis diplospórica (Leblanc et al., 1995), formando un complejo agámico de difícil tratamiento taxonómico (Randolph 1970). Otro factor que ha limitado

la taxonomía es el uso de pocos caracteres en la definición de las especies. Además, el tamaño de las plantas, con tallos de entre 1 y 5 metros de largo que producen inflorescencias primarias, secundarias y terciarias, ha sido un problema para tener ejemplares de herbario representativos, estandarizados en cuanto a las partes pertinentes y adecuadamente elaborados. Diferentes autores han señalado (e.g. Barré, 1995), que la enorme variación detectada mediante diversas fuentes de datos, como la morfología y la citología, no se ha reflejado en su tratamiento sistemático. El presente estudio tiene como fin actualizar su conocimiento sistemático, o en otras palabras su diversidad, incluyendo patrones y procesos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección. Por invitación del Dr. Julien Berthaud, se inició desde 1994 la recolección de ejemplares de herbario de la colección viva de *Tripsacum* mantenida por el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en la Estación Experimental Tlaltizapán, Morelos, México. El objetivo inicial fue respaldar con ejemplares de herbario las cerca de 150 accesiones de *Tripsacum* derivadas del proyecto Apomixis realizado en cooperación entre el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM; actualmente IRD, Instituto de Investigación para el Desarrollo) y el CIMMYT. Las accesiones de la colección viva tenían determinaciones de números de cromosomas o niveles de ploidía (Berthaud, 1992). Paralelamente se recolectaron ejemplares de herbario de poblaciones directamente en campo con apoyo de la Universidad Autónoma de Chapingo, el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, el CIMMYT y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, proyecto FZ011). Se estandarizó la recolección de ejemplares de herbario, estableciendo la necesidad de tener tres partes indispensables en plantas grandes: la inflorescencia central con al menos un entrenudo inmediato, una sección intermedia del tallo con al menos un entrenudo completo (con vaina y

lámina), y una sección basal que incluya un renuevo o innovación con algunas láminas representativas. En el proyecto previo se entregó una guía ilustrada del proceso.

Herbarios revisados. Se revisaron ejemplares, en línea o directamente de las siguientes colecciones: ARIZ, ASU, BM, CHAPA, COL, DES, ENCB, F, HGOM, HUH, IBUG, IEB, IND, K, LL-TEX, MEXU, MICH, MO, NY, TEX, US, XAL.

Tabla 1. Herbarios revisados con el número de ejemplares incluidos en la base de datos. Instituciones y acrónimos de acuerdo a Thiers (2020). Se incluyen duplicados de un mismo número de colecta que están en instituciones diferentes. Revisados en línea^α o directamente^β.

Acrónimo	País	Institución	Ejemplares incluidos en base de datos
ARIZ ^α	U.S.A.	University of Arizona	6
ASU ^α	U.S.A.	Arizona State University	3
BM ^α	U.K.	The Natural History Museum	1
CHAPA ^β	México	Colegio de Postgraduados	3
COL ^α	Colombia	Universidad Nacional de Colombia	4
DES ^α	U.S.A.	Desert Botanical Garden	2
DUKE ^α	U.S.A.	Duke University	1
ENCB ^β	México	Instituto Politécnico Nacional	3
F ^α	U.S.A.	Field Museum of Natural History	4
HGOM ^β	México	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	80
HUH ^α	U.S.A.	Harvard University Herbaria	3
IBUG ^β	México	Universidad de Guadalajara	13
IEB ^β	México	Instituto de Ecología, Pátzcuaro	7
IND ^α	U.S.A.	Indiana University	3
K ^α	U.K.	Royal Botanic Gardens	4
MEXU ^{αβ}	México	Universidad Nacional Autónoma de México	44
MICH ^α	U.S.A.	University of Michigan	1
MO ^α	U.S.A.	Missouri Botanical Garden	7
NY ^α	U.S.A.	New York Botanical Garden	15
TEX ^α	U.S.A.	University of Texas, Austin	4
US ^α	U.S.A.	Smithsonian Institution	8
XAL ^β	México	Instituto de Ecología, Xalapa	1
			Total 217

Ejemplares de respaldo para citología. Uno de los objetivos al recolectar ejemplares de herbario de las accesiones vivas en CIMMYT, fue también respaldar las determinaciones de números

de cromosomas o niveles de ploidía que se han hecho y han aparecido en diversas publicaciones y en el registro de poblaciones recolectadas durante el proyecto ORSTOM-CIMMYT (Berthaud, 1992). Los niveles de ploidía para las especies reconocidas solo se asignan si hay una determinación específica para la población de donde se recolectó, o para una variante específica cuando hay más de una en la población.

RESULTADOS

Exploración y recolección. Se ha recolectado desde Sinaloa, Durango y Tamaulipas hacia el sur hasta Chiapas. Se realizaron algo más de 400 números de colecta, unos 300 de la colección viva de CIMMYT y cerca de 100 directamente de poblaciones en su hábitat. La mayoría se encuentran depositados en el Herbario del Área Académica de Biología de la UAEH (HGOM).

Especies en México. Se reconocen 23 especies de *Tripsacum* (Tabla 1), publicadas o en proceso de publicación, para México. Entre estas, 9 especies son nuevas (artículo 1) y dos se elevan a la categoría de especie: *T. hispidum* (*T. dactyloides* subsp. *hispidum*, artículo 2) y *T. mexicanum* (*T. dactyloides* var. *mexicanum*, manuscrito en proceso).

Se reconoce como especie a *T. lemmonii*, especie descrita de las Montañas Huachuca en Arizona, EUA; y se registra por vez primera para México, en el estado de Sonora (ver base de datos). De Wet et al. (1976) la ubicaron como sinónimo de *T. lanceolatum* y así fue mantenida en trabajos posteriores.

Especies excluidas del territorio del país. *Tripsacum dactyloides*, ampliamente mencionado o registrado para México, no existe en el país, su distribución se limita a la Planicie Costera Atlántica y asciende paralelo al río Mississippi hasta Iowa en los EUA. Ejemplares de *Tripsacum* del N de

Tamaulipas (ver base de datos, registrados como *T. aff. dactyloides*) son los más cercanos a esta especie, pero claramente distintos.

Vidal Martínez et al. (2010) identifican una planta con láminas foliares planas de 2-5 cm de ancho y 1 a 3 ramas en la inflorescencia central como *T. floridanum*, un primer registro para México. Es una identificación errónea, *T. floridanum* tiene láminas foliares conduplicadas de 1-3 mm de diámetro, se encuentra restringida a Florida en los Estados Unidos.

Tabla 2. Especies de *Tripsacum* nativas de México, publicadas o en proceso de publicación. *Endémicas al país.

	Especie	Distribución	Altitud (msnm)	Ploidía
1	<i>T. andersonii</i> J.R. Gray	Camp, Chis, Ver	0-800	64 (54T+10E)
2	* <i>T. austromadrensis</i> Gonz.-Led.	Méx, Gro, Oax	950-1450	4x
3	* <i>T. berthaudii</i> Gonz.-Led. & Dávila	Méx, CdMx	2350-2600	2x
4	* <i>T. bravum</i> J.R. Gray	Méx	1650-1700	2x
5	* <i>T. englemanii</i> Gonz.-Led.	Qro	1580	--
6	* <i>T. guzmanii</i> Gonz.-Led. & Dávila	Col	250-500	4x
7	* <i>T. hispidum</i> (Hitchc.) Gonz.-Led.	SLP, Tamps	300-1100	4x
8	<i>T. intermedium</i> de Wet & J.R. Harlan	Chis	1200-1300	--
9	<i>T. jalapense</i> de Wet & Brink	Méx, Gro, Chis	850-1750	4x
10	* <i>T. lamazintlensis</i> Gonz.-Led.	Gro	1500	4x
11	<i>T. lanceolatum</i> Rupr. ex Fourn.	Ags, Chih, Son	1500-2100	
12	<i>T. latifolium</i> Hitchc.	Camp, Chis, Oax, Ver	0-1200	2x
13	* <i>T. laxum</i> Nash	Oax, Ver	0-1000	2x
14	<i>T. lemmonii</i> Vasey	Son	2400	
15	* <i>T. maizar</i> Hern.-Xol. & Randolph	Gro	900	2x
16	* <i>T. manisuroides</i> de Wet & J.R. Harlan	Chis	900-1300	
17	* <i>T. mexicanum</i> (de Wet & J.R. Harlan) Gonz.-Led.	Jal, Nay	1100-1200	4x
18	* <i>T. pilosum</i> Scribn. & Merr.	Jal, Nay	1100-2050	2x
19	* <i>T. santana-michelii</i> Gonz.-Led.	Dgo, Gto, Jal, Sin, Son, Zac	1500-1900	2x, 4x
20	* <i>T. tabae</i> Gonz.-Led.	Sin	1400	2x, 3x
21	* <i>T. ventricosum</i> Gonz.-Led.	Hgo, Qro, Tamps	1150-1900	4x
22	* <i>T. xolocotzii</i> Gonz.-Led.	Col, Jal, Nay	700-1400	4x
23	* <i>T. zopilotense</i> Hern.-Xol. & Randolph	Gro	600-800	2x, 3x, 4x

Distribución. Se tienen registros del género para todos los estados del país, excepto para Baja California. La mayor riqueza se concentra desde el centro occidente del país y hacia el sur. Las especies se presentan desde el nivel del mar hasta los 2600 m de altitud. La mayoría (18) entre 500 y 2000 m.

Habitan bosques tropicales perennifolios, bosques templados y matorrales xerófilos, pero la mayor diversidad de especies está asociada al bosque tropical caducifolio.

Endemismo. De las 23 especies reconocidas hasta el presente, 17 de ellas son endémicas a México. Algunas de las endémicas tienen un área de distribución relativamente amplia, en varios estados, como *T. austromadrensis* y *T. santana-michelii*. Otras se conocen de una sola localidad, como *T. tabae* y *T. lamazintlensis*.

Niveles de ploidía. Exceptuando a *T. andersonii*, que combina 54 cromosomas de una especie de *Tripsacum* y 10 de una de *Euchlaena* (teocintles), 8 de las especies aquí reconocidas son tetraploides (4x), 6 son diploides (2x) y a dos se les ha detectado más de un nivel de ploidía.

DISCUSIÓN

Exploración y recolección. La recolección de ejemplares directamente en campo se hizo considerando reportes previos de su presencia. No se exploró en detalle la extensión de las poblaciones y su presencia más allá de las áreas cercanas a caminos o carreteras. Considerando la variación que puede darse dentro de las poblaciones y entre taxones en tramos de recorridos cortos, especialmente hacia el occidente y sur del país, la representación del género en las colecciones es aún limitada. Previamente, Gómez Montiel et al. (2008) señalaron que, de acuerdo a sus resultados, la exploración de nuevas rutas lleva al descubrimiento de nuevas poblaciones. De esta manera, por

ejemplo, para Nayarit encontraron el triple de las previamente conocidas, y en Guerrero y Chiapas el doble. Desafortunadamente estas poblaciones no se respaldaron con ejemplares de herbario.

Número de especies. Como se ha reportado previamente, hay más especies que se han definido provisionalmente, adicionales a las 23 reportadas en este informe, y conforme se avanza en la revisión detallada de la colección de ejemplares herborizados se han detectado otras posibles. Se puede decir que al menos unas 5 especies más se tienen predefinidas, pero no se tiene una idea clara del posible número total o aproximado al total. El imperativo tácito de que todo ejemplar debe acomodarse en una especie, es contraproducente en *Tripsacum*. Esto ha llevado a tener taxones notablemente amorfos, como ha sido *T. dactyloides* en el pasado, que han complicado el avance de la taxonomía de todo el género.

Naturaleza de las especies en *Tripsacum*. Se ha señalado que la definición actual de especies en complejos agámicos se hace caso por caso (Hörandl, 2018) en un continuo que va desde especies sexuales, comúnmente diploides, hasta especies apomícticas obligadas y poliploides. Entre los criterios prácticos siempre son fundamentales los caracteres morfológicos, el modo de reproducción y el nivel de ploidía (Hörandl, 1998; Windham & Al-Shehbaz, 2007). Adicionalmente se han manejado otros, como coherencia genética (Hörandl, 2018), nicho ecogeográfico (Hörandl, 1998) o distribución geográfica coherente (Windham & Al-Shehbaz, 2007). De las especies aquí reconocidas de *Tripsacum*, 5 corresponden a diploides sexuales, 8 a tetraploides apomícticas facultativas, 4 tienen más de un nivel de ploidía (se infiere una mezcla de sexualidad y apomixis), y *T. andersonii* que combina 50 cromosomas de una especie de *Tripsacum* y 10 de una especie de *Euchlaena* (teocintles). Del resto de las especies no se tienen números de cromosomas o niveles de ploidía. Todas las especies reconocidas se pueden distinguir por caracteres morfológicos. La mayoría de las especies tienen una coherencia geográfica (ver discusión sobre distribución geográfica) y ecológica.

Es pertinente recalcar que las especies del género muestran más caracteres útiles en distinguirlas que los que se han usado tradicionalmente, y queda aún pendiente de estudiar a detalle la estructura de las inflorescencias y la fenología, las cuales muestran a veces notables diferencias entre taxones actuales o potenciales.

Secciones. Desde Hitchcock (1906) se han reconocido dos secciones en el género, *Tripsacum* y *Fasciculata*. La primera se ha caracterizado principalmente por tener el par de espiguillas estaminadas sésiles o una de ellas con un pedicelo corto y robusto; la segunda por la presencia de un pedicelo largo y delgado en una de las espiguillas. Existe un continuo en la variación de este carácter entre especies, por lo que no siempre se puede ubicar a algunas en una u otra sección. Posiblemente, dos extremos contrastantes lo representan: 1) especies de México con vainas basales redondeadas e hispidas, inflorescencias con muchas ramas laxas, colgantes, y una espiguilla estaminada con un pedicelo largo; 2) especies de Sudamérica (al menos *T. australe* y *T. meridionale*) con vainas basales fuertemente plegadas, a veces lanoso-tomentosas, inflorescencias centrales con un número intermedio de ramas y ambas espiguillas del par estaminado sésiles. Este segundo grupo muestra clara influencia en algunos taxones de México, como *T. bravum* y *T. santana-michelii*.

Distribución. El intervalo de 500 a 2000 m de altitud tiene la mayor riqueza de especies (18). En este intervalo también es donde se ubican las poblaciones con varios niveles de ploidía y las poblaciones con más de un taxón de acuerdo a los registros de Berthaud (1992). Esto coincide con una distribución geográfica en el occidente y sur del país, con tres regiones que sobresalen: 1) centro-occidente (Nayarit, Jalisco, Michoacán, Colima), 2) Cuenca del Balsas, y 3) Altos de Chiapas. Es probable que también deba incluirse la Sierra Madre del Sur, pero no se tienen suficientes ejemplares herborizados o adecuadamente herborizados.

Las áreas de distribución de los taxones son claramente más restringidas que lo que se ha considerado en el pasado. Sus áreas pueden ser excluyentes, pero cambios de un taxón a otro puede suceder en tramos relativamente cortos. O puede haber hasta tres taxones en un radio menor de 100 m. Un ejemplo de este último caso se da en la localidad tipo de *T. bravum*, donde se presentan tres taxones: 1) *T. bravum* que es diploide; 2) *T. "bravum tetraploide"*, se ha señalado que debe reconocerse como una especie distinta por el perfil de proteínas de la semilla (de Wet et al. 1985), su nivel de ploidía y su morfología; y 3) *Tripsacum* sp. de menor tamaño, hojas mucho más estrechas, e indumento hispido (no lanoso-tomentoso) sobre las vainas, entre otras diferencias con los anteriores.

Niveles de ploidía. Entre las especies reconocidas para México, el 47% son tetraploides, es decir apomíticas facultativas. Las diploides representan el 35%, son sexuales. Si lo vemos a nivel de poblaciones, Randolph (1970) estudia 80 poblaciones de México y Guatemala, encuentra que el 70% son tetraploides y el 21% diploides. De acuerdo a los registros de 142 poblaciones recolectadas en México por el proyecto CIMMYT-ORSTOM (Berthaud 1992), el 72% es tetraploide y el 17% diploide. Entonces es clara la predominancia de especies y poblaciones tetraploides, y la apomixis facultativa. Se ha recalado la importancia de ubicar las especies o poblaciones diploides (sexuales) como etapa previa para inferir procesos posteriores de hibridación y poliploidización. Barré (1995) identifica poblaciones diploides del país como polos genéticos.

Moreno-Pérez et al. (2009) realizan un estudio citológico en varias poblaciones de *Tripsacum*. Destaca la "población 39" (La Toma, Tequila, Jalisco) donde encuentran todos los niveles de ploidía registrados para el género, pero de nuevo con la predominancia de individuos tetraploides (57%) y diploides (34%). En esta población, sin embargo, se han reconocido provisionalmente tres taxones.

En general se observa una clara predominancia de tetraploides apomícticos entre especies (47%) y entre poblaciones (70%). Se ha señalado (Randolph, 1970; Barré, 1995) que poblaciones tetraploides son colonizadoras agresivas, que ocupan hábitats alterados.

CONCLUSIONES

Se reconocen 23 especies de *Tripsacum* para México, 17 de ellas endémicas.

La mayor diversidad se encuentra entre 500 y 2000 m de altitud, desde el centro occidente del país y hacia el sur, y en el bosque tropical caducifolio.

Predominan las especies y poblaciones tetraploides, las cuales se consideran apomícticas diplospóricas facultativas.

Se presentan taxones distintos en cortos recorridos, o dos a tres taxones ocurriendo en una misma localidad o población.

Especies y/o poblaciones pueden tener un nivel de ploidía o varios.

Considerando los factores comunes a los complejos agámicos (sexualidad, hibridación, poliploidía, introgresión y apomixis), y otros particulares a *Tripsacum*, como la carencia de ejemplares correctamente recolectados en las colecciones y la aún limitada exploración, el conocimiento sistemático del género es aún limitado.

INVESTIGACIÓN A FUTURO

1. Dada la notable deficiencia en la calidad de los ejemplares herborizados de *Tripsacum*, en la mayoría de las colecciones, es una prioridad realizarlas de acuerdo a las recomendaciones señaladas.

2. La recolección y exploración deben dirigirse a: a) poblaciones conocidas sin respaldo de ejemplares de herbario adecuados; b) poblaciones sin ejemplares de respaldo, como el gran número de las descubiertas en los proyectos financiados por CONABIO, de las cuales solo se tienen coordenadas; y c) poblaciones potenciales en áreas no exploradas. Un énfasis particular debe dirigirse hacia las poblaciones en las que se ha documentado más de un taxón y/o nivel de ploidía.

3. La exploración, recolección y documentación en muchas de las poblaciones de *Tripsacum* requiere de mucho más tiempo del que normalmente se dedica a la mayoría de las plantas. Debe cambiarse la prioridad de cantidad hacia calidad.

4. Datos y observaciones preliminares de las accesiones de la colección viva del CIMMYT, indican más rasgos morfológicos y fenológicos que serán útiles para distinguir taxones. En particular son notables la densidad de los macollos, la secuencia de maduración de los tallos dentro de ellos, la secuencia de maduración de inflorescencias primarias vs secundarias y terciarias, entre otras. Es pertinente avanzar en su estudio.

5. Debe, por supuesto, avanzarse en el conocimiento taxonómico o sistemático del género. En particular de los taxones probables ya señalados. Pero también debe avanzarse en el entendimiento de los procesos y patrones que se generan considerando la presencia de hibridación, introgresión, poliploidía, sexualidad y apomixis.

REFERENCIAS

- Barré, M. 1995. Diversité génétique du genre *Tripsacum* et evolution des complexes agamiques. These Docteur, Institut National Agronomique, Paris-Grignon.
- Berthaud J. 1992. *Tripsacum* pop book. Lista de poblaciones recolectadas durante el proyecto ORSTOM-CIMMYT, albergadas en la colección viva de Tlaltizapán, Morelos, México. Inédito.

Clayton W.D. & Renvoize S.A. 1986. Genera Graminum. Grasses of the World. Kew Bulletin Additional Series XIII.

de Wet J.M.J., Gray J.R. & Harlan J.R. 1976. Systematics of *Tripsacum* (Gramineae). Phytologia 33:203-227.

de Wet J.M.J., Harlan J.R. & Brink D.E. 1982. Systematics of *Tripsacum dactyloides*. American Journal of Botany 69: 1251-1257.

de Wet J.M.J., Cohen C.E. & Brink D.E. 1985. Seed proteins and systematics of *Tripsacum*. Biochemical Systematics and Ecology 13: 231-237.

Doebley J.F. & Iltis H.H. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I A subgeneric classification with key to taxa. American Journal of Botany 67: 982-993.

Gómez Montiel N.O., Vidal Martínez V.A., Hernández Casillas J.M., Aragón Cuevas F., Coutiño Estrada B., Sánchez González J.J., Santana Michel F.J., Miranda Medrano R., de la Cruz Larios L., Taba S., Costich D. y González Ledesma M. 2008. Proyecto FZ002: Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Componente 3. Distribución geográfica de *Tripsacum* spp. en México y situación actual de sus poblaciones. Informe de actividades 2007-2008. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Iguala, Guerrero.

Hitchcock A.S. 1906. Notes on North American grasses. IV. Synopsis of *Tripsacum*. Botanical Gazette 41: 294-298.

Hörandl E. 1998. Species concepts in agamic complexes: Applications in the *Ranunculus auricomus* complex and general perspectives. Folia Geobotanica 33(3): 335-348.

- Hörandl E. 2018. The classification of asexual organisms: Old myths, new facts, and a novel pluralistic approach. *Taxon* 67 (6): 1066-1081.
- Iltis H.H. & Doebley J.F. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). II. Subspecific categories in the *Zea mays* complex and a generic synopsis. *American Journal of Botany* 67: 994-1004.
- Kellogg E.A. 2015. Flowering plants. Monocots: Poaceae. In: Kubitzki K., ed. *The Families and Genera of Vascular Plants*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Leblanc O., Peel M.D., Carman J.G. & Savidan Y. 1995. Megasporogenesis and megagametogenesis in several *Tripsacum* species (Poaceae). *American Journal of Botany* 82 (1): 57-63.
- Moreno-Pérez E.C., García-Velázquez A. y Avendaño-Arrazate C.H. 2009. Estudio citológico en poblaciones diploides y poliploides del género *Tripsacum*. *Interciencia* 34 (11): 791-795.
- Randolph L.F. 1970. Variation among *Tripsacum* populations of Mexico and Guatemala. *Brittonia* 22: 305-337.
- Saarela J.M.J., Burke S.V., Wysocki W.P., Barret M.D., Clark L.G., Craine J.M., Peterson P.M., Soreng R.J., Vorontsova M.S. & Duvall M.R. 2018. A 250 plastome phylogeny of the Grass family (Poaceae): topological support under different data partitions. *PeerJ* 6: e4299 <https://doi.org/10.7717/peerj.4299>
- Soreng R.J., Peterson P.M., Romaschenko K., Davidse G., Zuloaga F.O., Judziewics E.J., Filgueiras T.S., Davis J.I. & Morrone O. 2015. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution* 53: 117-137.
- Soreng R.J., Peterson P.M., Romaschenko K., Davidse G., Teisher J.K., Clark L.G., Barberá P., Gillespie L.J. & Zuloaga F.O. 2017. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae

(Gramineae) II. An update and comparison of two 2015 classifications. *Journal of Systematics and Evolution* 55: 259-290.

Thiers B. 2020. Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih> (consultado 17 de febrero de 2020).

Vidal Martínez, V.A., Herrera Cedano F., Coutiño Estrada B., Sánchez González J.J., Ron Parra J., Ortega Corona A. y Guerrero Herrera M.J. 2010. Identificación y localización de una nueva especie de *Tripsacum* spp. en Nayarit, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33 (Número especial 4): 27-30.

Vorontsova M.S., Clayton D. & Simon B.K. 2015. Grassroots e-floras in the Poaceae: growing GrassBase and GrassWorld. *PhytoKeys* 48: 73-84.

Watson L., Macfarlane T.D. & Dallwitz M.J. 1992 onwards. The Grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references. Version: 2n September 2019. Delta-intkey.com.

Windham M.D. & Al-Shehbaz I.A. 2007. New and noteworthy species of *Boechera* (Brassicaceae) II: apomictic hybrids. *Harvard Papers in Botany* 11(2): 257-274.