



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

PROGRAMA DE POSTGRADO EN BOTÁNICA

Diversidad y distribución geográfica del género *Tillandsia* L. en el Centro del Estado de Veracruz, México

Gerardo B. Torres Cantú

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2018

La presente tesis titulada: Diversidad y distribución geográfica del género *Tillandsia* L. en el Centro del Estado de Veracruz, México

Realizada por el alumno: Gerardo Benjamín Torres Cantú

Bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

Dr. José Rodolfo García Nava

DIRECTOR

Dr. Miguel de Jesús Cházaro Basáñez

ASESORA

Dra. Heike Vibrans Lindemann

ASESORA

Dra. Ma. Carmen Ybarra Moncada

ASESORA

Dra. Verónica Domínguez Martínez

Montecillo, Texcoco, Estado de México, 2018

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE CUADROS.....	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
DEDICATORIAS	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
1. introducción general.....	5
1.2 Literatura citada	7
2. Nuevos registros de híbridos naturales entre especies del género <i>Tillandsia</i> (Bromeliaceae) en el Centro del estado de Veracruz, México	11
2.1 Resumen.....	11
2.2 Abstract	11
2.3 Introducción	12
2.4 Método.....	16
2.5 Área de estudio	19
2.6 Resultados	20
2.6.1 <i>Tillandsia polystachia</i> X <i>schiedeana</i>	21
2.6.2 <i>Tillandsia polystachia</i> X <i>belloensis</i>	23
2.6.3 <i>Tillandsia concolor</i> X <i>paucifolia</i>	25
2.6.4 <i>Tillandsia concolor</i> X <i>streptophylla</i>	27
2.6.5 <i>Tillandsia concolor</i> X <i>ionantha</i>	29
2.6.6 <i>Tillandsia concolor</i> X <i>juncea</i>	31
2.6.7 <i>Tillandsia ionantha</i> X <i>schiedeana</i>	33
2.6.8 <i>Tillandsia polystachia</i> X <i>balbisiana</i>	35
2.6.9 <i>Tillandsia brachycaulos</i> X <i>ionantha</i> / <i>Tillandsia</i> X <i>jaguactalensis</i> I. Ramírez, Carnevali & F. Chia.....	37
2.7 Discusión.....	39
2.8 Agradecimientos.....	41
2.9 Literatura citada	42
3. Estudio taxonómico de <i>Tillandsia polystachia</i> (L.)L. en el Centro del estado de Veracruz, México.....	46
3.1 Resumen.....	46

3.2 Abstract	46
3.3 Introducción	47
3.4 Método	49
3.4.1 Delimitación de área de estudio	49
3.4.2 Objeto de estudio	51
3.4.3 Revisión de herbario.....	57
3.4.4 Colectas sistemáticas.....	57
3.4.5 Manejo de los ejemplares	59
3.4.6 Análisis de los caracteres utilizados para la clasificación de <i>Tillandsia polystachia</i>	60
3.4.7 Selección de caracteres	60
3.4.8 Caracteres geográficos y/o ambientales	62
3.4.9 Análisis fenético.....	62
3.4.10 Análisis de datos geográficos de distribución real y potencial	64
3.5 Resultados	65
3.5.1 Distribución real y potencial.....	69
3.7 Discusión.....	72
3.8 Literatura citada	75
4. Actualización del inventario florístico del género <i>Tillandsia</i> en el estado de Veracruz	77
4.1 Resumen	77
4.2 Abstract	77
4.2 Introducción	78
4.2.2 Especies del género <i>Tillandsia</i> conocidas para el Centro del estado de Veracruz.....	86
4.3 Método.....	88
4.3.1 Delimitación del área de estudio “zona Centro del estado de Veracruz”	89
4.4 Objetivos	102
4.4.1 Objetivo general	102
4.5 Hipótesis.....	103
4.6. Método.....	103
4.6.1 Revisión de bibliografía y fuentes de información especializada.....	103
4.6.2 Consulta y revisión de los principales herbarios nacionales	103
4.6.3 Colectas y muestreos sistemáticos.....	104

4.7 Resultados	104
4.8 Lista florística actualizada del género <i>Tillandsia</i> en Veracruz.....	106
4.10 Discusión	108
4.11 Literatura citada	108
Apéndice 1. Datos de colecta, ejemplares examinados:	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de la zona de estudio, el Centro del estado de Veracruz

Figura 2. *Tillandsia polystachia* X *schiedeana*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor

Figura 3. *Tillandsia polystachia* X *belloensis*; a. detalle de la inflorescencia; b. imagen de la planta

Figura 4. *Tillandsia concolor* X *paucifolia*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor

Figura 5. *Tillandsia concolor* X *streptophylla*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor

Figura 6. *Tillandsia concolor* X *ionantha*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor

Figura 7. *Tillandsia concolor* X *juncea*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor

Figura 8. *Tillandsia ionantha* X *schiedeana*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor

Figura 9. *Tillandsia polystachia* X *balbisiana*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor

Figura 10. *Tillandsia brachycaulos* X *ionantha*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor

Figura 11. Delimitación de área de estudio

Figuras 12. *Tillandsia polystachya* izquierda planta completa, derecha detalle de la flor

Figura 13. Gráfica de dispersión para el análisis fenético de *Tillandsia polystachia*

Figura 14. Fenograma generado del análisis de componentes principales de *T. polystachia*

Figura 15. Fenograma generado del análisis de conglomerados de *T. polystachia*

Figura 16. Distribución real de *Tillandsia polystachia*, obtenida mediante trabajo de campo y revisiones de herbario

Figura 17. Distribución real y potencial de *Tillandsia polystachia* a nivel mundial, elaborado con Maxent 5.0.1

Figura 18. Aporte de cada variable al modelo de distribución real y potencial de *Tillandsia polystachia* en el Centro del estado de Veracruz

Figura 19. Delimitación de área de estudio “Centro de Estado de Veracruz”

Figura 20. Curvas de nivel presentes en el área de estudio

Figura 21. Tipos de suelos presentes en el área de estudio

Figura 22. Unidades climáticas presentes en el área de estudio

Figura 23: Marchas de temperatura y precipitación mensuales en 8 diferentes estaciones de la zona de estudio. 1) Almolonga; 2) Altotonga; 3) El Raudal; 4) Atzalan; 5) Las Vigas; 6) Misantla; 7) Naolinco; 8) La Concepción.

Figura 24. Uso de suelo presente en el área de estudio

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia polystachia* X *schiedeana*, y sus parentales *T. schiedeana* Steud y *T polystachia*.

Cuadro 2. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia polystachia* X *belloensis* y sus parentales *T. belloensis* y *T polystachia*.

Cuadro 3. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia concolor* X *paucifolia*, y sus parentales *Tillandsia concolor* L.B. Sm.y *T. paucifolia* Baker

Cuadro 4. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia concolor* X *streptophylla* y sus parentales *T. concolor* y *T. streptophylla* Scheidw. ex C. Morren.

Cuadro 5. Caracteres vegetativos y florales que diferencian entre *Tillandsia concolor* X *ionantha*, *T. concolor* y *T. ionantha* Planch, encontradas el Centro del estado de Veracruz

Cuadro 6. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia concolor* X *juncea* y sus parentales *T. concolor* y *T. juncea*.

Cuadro 7. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia ionantha* X *schiedeana* y sus parentales *T. ionantha* y *T. schiedeana*.

Cuadro 8. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia polystachia* X *balbisiana* y sus parentales *T. polystachia* y *T. balbisiana*

Cuadro 9. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia brachycaulos* X *ionantha*, y sus parentales *T. brachycaulos* Schltdl.y *T.ionantha*

Cuadro 10. Caracteres Cualitativos y cuantitativos utilizados en el análisis fenético de *Tillandsia polystachia*

Cuadro 11: Comportamiento climático en ocho diferentes estaciones meteorológicas de la zona

RESUMEN

Se estudiaron poblaciones del género *Tillandsia* L. ubicadas en el centro del estado de Veracruz, se recopiló la información disponible para este taxón en publicaciones especializadas, herbarios y trabajos de tesis de importancia para la región.

Se colectaron 17 ejemplares pertenecieron a nueve posibles eventos de hibridación natural entre las especies *Tillandsia concolor*, *T. polystachia*, *T. ionantha*, *T. schiedeana*, *T. juncea*, *T. belloensis*, *T. paucifolia*, *T. streptophylla* y *T. balbisiana*. Todos los híbridos se encontraron en vegetación secundaria.

Una especie comúnmente confundida con algunas especies simpátricas de la zona es *Tillandsia polystachia* (L.) L. Se presenta un análisis fenético de la morfometría y datos morfológicos generales de 60 ejemplares. Como resultado se propone la presencia de grupos satélite dentro de las poblaciones de *T. polystachia*, se comprueba una relación directa entre variables ambientales y del uso de suelo con la alta diversidad presente por este taxón, además se discuten algunos factores relacionados con el potencial de hibridación.

Se aumenta la diversidad florística conocida para el género *Tillandsia* en el estado de Veracruz en más de un 30%, previamente se tenían registradas 44 especies dentro del género para el estado (Espejo-Serna *et al.*, 2005 y 2010; Krömer *et al.*, 2012), mediante exploraciones de campo se aumenta la diversidad con cuatro nuevos registros de especies y un redescubrimiento (Torres-Cantú *et al.*, en prensa) así como nueve híbridos (Torres-Cantú *et al.*, enviado) lo que aumenta la diversidad conocida de *Tillandsia* para Veracruz, resultando en un total de 57 taxa subordinados dentro del género *Tillandsia*.

ABSTRACT

Populations of the *Tillandsia* L. genus located in the center of the state of Veracruz were studied, the information available for this taxa was compiled in specialized publications, herbaria and thesis works of importance for the region.

We collected 17 specimens belonging to nine possible events of natural hybridization between the species *Tillandsia concolor*, *T. polystachia*, *T. ionantha*, *T. schiedeana*, *T. juncea*, *T. belloensis*, *T. paucifolia*, *T. streptophylla* and *T. balbisiana*. All hybrids were found in secondary vegetation.

A species commonly confused with some sympatric species in the area is *Tillandsia polystachia* (L.) L. A phenetic analysis of the morphometry and general morphological data of 60 specimens is presented. As a result, the presence of satellite groups within the populations of *T. polystachia* is proposed, a direct relationship between environmental and land use variables is verified with the high diversity present by this taxon, and some factors related to the potential of hybridization.

The floristic diversity known for the *Tillandsia* genus in the state of Veracruz is increased by more than 30%, previously 44 species were registered within the genus for the state (Espejo-Serna *et al.*, 2005 and 2010; Krömer *et al.*, 2012), through field explorations diversity is increased with four new species records and a rediscovery (Torres-Cantú *et al.*, In press) as well as nine hybrids (Torres-Cantú *et al.*, Sent), which increases the known diversity of *Tillandsia* for Veracruz, resulting in a total of 57 subordinate taxa within the genus *Tillandsia*.

DEDICATORIAS

A mi madre Juanina, que siempre me cuidas y con tu luz me guías.

A mi padre Jesús, por su fuerza y su cariño, su compañía y su legado de calidad humana.

A mis hermanos Briceidee y Jesús W., por sus ejemplos de vida, sencillez, sobriedad, fascinación por la vida y sentido de compromiso por estar aquí a lo largo de mi vida.

A mi pareja Karina, por acompañarme, motivarme, soportarme y apoyarme en cada momento, de este largo camino, te amo.

A mis amigos y toda la gente que me ha acompañado en este proceso de mi vida.

¡Gracias!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), por su apoyo para la manutención y el desarrollo de mis estudios de posgrado, y por la creación de instituciones y espacios donde desarrollar el que hacer científico nacional.

Al Colegio de Postgraduados, al Campus Montecillo, y principalmente al Programa de Posgrado en Botánica, de quienes recibí un excelente trato, apoyo constante y grandes ejemplos de educación y de profesionalismo.

Al Profesor Consejero, el Dr. José Rodolfo García Nava, le agradezco el apoyo, la paciencia y el excelente trato, su amable disposición, su guía y supervisión fueron pieza clave para el desarrollo de esta etapa de mi vida.

A mi director de tesis el Dr. Miguel de Jesús Cházaro Basañez por haberme ayudado desde hace tantos años a cultivar la pasión por la botánica.

A mis asesoras, Dra Heike Vibrans le agradezco por su motivación constante y ejemplo de orden y constancia., a la Dra. Verónica Domínguez Martínez quedo en deuda por su enorme apoyo siempre con educación y amabilidad me enseñó que las ciencias naturales nunca dejarán de fascinarnos y a la Dra. Ma. Carmen Ybarra Moncada muchas gracias por su disposición y apoyo, su paciencia y su lección de que el conocer los métodos los vuelve realmente útiles.

A mis compañeros y colegas que me acompañaron en alguna etapa de este proceso, una vez más amigos y compañeros del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, especialmente a todo el personal del Programa de Posgrado en Botánica, a mi amigos y compañeros de la Universidad Veracruzana, al Dr. Otto R. Leyva Ovalle por su gran amistad y apoyo constante.

1. introducción general

Entre la gran variedad de especies consideradas únicas para la flora mexicana, destacan grupos tales como la familia Bromeliaceae, del cual más de 70% de sus especies están consideradas endémicas del país (Espejo-Serna *et al.*, 2010 y Mondragón *et al.*, 2011), lo que indica un claro centro de diversificación, especialmente para los géneros *Tillandsia*, *Hechtia* y *Pitcairnia*. (Gardner, 1986; Burt-Utley y Utley, 1987; García-Franco, 1987; Flores-Cruz, 1998 y Espejo-Serna *et al.*, 2005).

El alto número de endemismos de *Tillandsia* sugiere una distribución geográfica restringida para gran parte de sus especies. Los principales centros de diversificación del grupo están ubicados en regiones neovolcánicas de América tropical (Fontoura *et al.*, 2012). Una de estas zonas corresponde con el Centro y Sur de México, en gran parte en los estados de Oaxaca, Guerrero, Chiapas y Veracruz (Utley, 1994 y Espejo-Serna *et al.*, 2004).

Además de su amplio dinamismo ecológico en este taxa el epítitismo es un hábito casi general lo que provee condiciones ambientales heterogéneas en sitios muy cercanos, acelerando y fomentando los procesos ecológicos y evolutivos (Zotz *et al.*, 2010 y Givnish *et al.*, 2011). Como resultado el género *Tillandsia* posee una taxonomía muy compleja derivada de un amplio dinamismo ecológico y una alta plasticidad adaptativa (Givnish *et al.*, 2014).

Los límites morfológicos utilizados para diferenciar los taxones incluidos en el género *Tillandsia* son ampliamente debatidos actualmente. Se argumenta que las descripciones y definiciones de algunas especies taxonómicas, están basadas en la tipificación morfológica de unos pocos

individuos considerados tipo, isotipo o paratipo, los cuales, en la mayoría de los casos no representan la amplia variedad de dicho taxón (Frankham *et al.*, 2012).

La mayoría de las especies de este taxa fueron descritas hace más de cien años, y los ejemplares tipo se encuentran fuera de México depositados principalmente en herbarios europeos y de Estados Unidos; debido a su antigüedad algunos se han perdido y muchos de estos no poseen información adecuada para localizar las poblaciones en donde fueron colectados. La controversia entre los sistemas de clasificación existentes dificulta la tarea de conocer su diversidad. Además, los híbridos naturales son comunes en esta familia (Wendt *et al.*, 2001) y son especialmente frecuentes en este género (Espejo-Serna *et al.*, 2004), dando como resultado individuos morfológicamente variables en relación con las especies parentales (Carnevali, 2010), y en consecuencia, la determinación definitiva de algunos ejemplares puede, ocasionalmente, ser extremadamente difícil (Utley y Burt-Utley, 1994 y Barfuss *et al.*, 2005).

Muchas de las especies de *Tillandsia* poseen límites de circunscripción específica muy tenues, en su mayoría debido a las altas tasas de hibridación entre éstas. Uno de los casos más recurrentes y polémico en el estado de Veracruz es el de *T. polystachia*, la cual no posee actualmente una definición taxonómica clara y podría corresponder con diversas especies e híbridos entre éstas (Gardner, 1982 y Utley 1994).

Se estudiaron poblaciones del género *Tillandsia* ubicadas en el Centro del estado de Veracruz. Se recopiló la información disponible para este taxa en publicaciones especializadas, herbarios y trabajos de tesis de importancia para la región. Se estudiaron específicamente: 1) La diversidad morfológica y los patrones de distribución geográficos de *Tillandsia polystachia* en el Centro del

estado, 2) Los factores ambientales que promueven o limitan la generación de híbridos naturales en la zona; y 3) La diversidad florística del género en el área de estudio.

Con este estudio se busca mejorar el conocimiento existente sobre la taxonomía y los patrones de distribución geográfica del género *Tillandsia* en el Centro del estado de Veracruz, incluyendo el registro de especies e híbridos naturales inéditos para la región y la actualización de los listados existentes a la fecha. Con base en los datos obtenidos en campo y de herbario se generan esquemas de distribución geográfica que ayuden a entender mejor los patrones espaciales de estas especies e híbridos y su posible relación con la alta plasticidad fenotípica de este grupo en la zona.

Las investigaciones taxonómicas deben dar prioridad a conocer los recursos florísticos existentes en nuestro país, así como aumentar y mejorar el conocimiento sobre su diversidad taxonómica y de sus patrones de distribución geográfica, para con ello poder proponer estrategias más adecuadas para su estudio, conservación y manejo.

1.2 Literatura citada

- Allendorf F W., Leary R L., Spruell P. y Wenburg J W. 2001. Los problemas con los híbridos: ajustando las directrices de conservación. *TRENDS in Ecology & Evolution* **16**: 613-622.
- Barfuss M H J., Samuel R., Till W. y Stuessy T F. 2005. Phylogenetic relationships in subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from several plastid regions. *American Journal of Botany*. **92**: 337-351.
- Benzing D H. 2000. *Bromeliaceae: Profile of an adaptative radiation*. Cambridge University Press. 655 pp.
- Burt-Utley K. y Utley J F. 1987. Contributions toward a revisión of *Hechtia* (Bromeliaceae). *Brittonia* **39**: 37-43.
- Carnevali F G. 2010. *Tillandsia Jaguactalensis* o ¿qué es una especie? *Cuadernos desde el herbario*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)
- CONAP, 2010. *Guía de Reconocimiento del Género Tillandsia de Guatemala*. Guatemala, Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP. Primera edición, enero.

- Cronquist A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia, the New York Botanical Garden. University Press.
- Dahlgren R M T., Clifford H T. y Yeo P F. 1985. *The families of the monocotyledons: Structure, Evolution and Taxonomy*. Berlin. Springer-Verlag. 520 pp.
- Diego-Escobar M V. 2005. *El género Tillandsia (Bromeliaceae) en el estado de Guerrero, México*. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Botánica. Texcoco, Estado de México.
- Ehlers R. 2007. *Tillandsia yutaninoensis* Ehlers & Lautner, spec. nov. *Bromelie* **2**: 56-63.
- Espejo-Serna A. y López-Ferrari A R. 1998. *Current floristic and phytogeographic knowledge of mexican Bromeliaceae*. Obtenido de: www.ots.duke.edu/tropibiojnl/claris/46-3/ESPEJO (Consultado el 10 de octubre del 2016).
- Espejo-Serna A., López-Ferrari A R., Ramírez-Morillo I., Holst B K., Luther H. y Till W. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana* **25**: 33-86.
- Espejo-Serna A. y López-Ferrari A R. 2005. Una nueva especie de *Tillandsia* (Bromeliaceae) del occidente de México. *Acta Botánica Mexicana* **72**: 53-64.
- Espejo-Serna A., López-Ferrari A R. y Ramírez-Morillo I. 2005. *Familia Bromeliaceae, Flora de Veracruz*. Fascículo 165. Riverside, CA. Instituto de Ecología, A. C. y University of California.
- Espejo-Serna A., López-Ferrari A R. y Till W. 2007. *Tillandsia suesilliae* Espejo, López-Ferrari et W. Till, a new species from central Mexico. *Acta Botánica Mexicana* **78**:85-95
- Espejo-Serna A., López-Ferrari A R., Martínez-Correa N. y Pulido-Esparza V A. 2007. Bromeliad flora of Oaxaca, Mexico: richness and distribution. *Acta Botanica Mexicana* **81**: 71-147.
- Espejo-Serna A., López-Ferrari A R. y Till W. 2008. Dos nuevas especies de *Tillandsia* (Bromeliaceae) de México. *Acta Botánica Mexicana* **85**:45-62.
- Espejo-Serna A. y López-Ferrari A R. 2009. *Tillandsia magnispica* (Bromeliaceae: Tillandsioideae), a new species from Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana* **86**: 1-7.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari A R. y Ramírez-Morillo I. 2010. *Familia Bromeliaceae, Flora del Bajío y regiones adyacentes*. Fascículo 165. Patzcuaro. Instituto de Ecología.
- Espejo-Serna A., López-Ferrari A R., Ceja-Romero J. y Mendoza-Ruiz A. 2011. Una nueva especie de *Tillandsia* (Bromeliaceae) del cañón de Escahuasco, Puebla, México. *Acta Botánica Mexicana* **96**: 73-77.
- Flores-Cruz M. 1998. *Flora Genérica de la Familia Bromeliaceae en el Estado de México. Manual para la identificación de las especies de la Familia Bromeliaceae presentes en el estado*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 186 pp.
- Flores-Cruz M. y Diego-Escobar M V. 2008 Una especie nueva de *Tillandsia* (Bromeliaceae) de Guerrero, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **82**: 15-20.

- Fontoura T., Scudeller VV. y Costa AF. 2012. Floristics and environmental factors determining the geographic distribution of epiphytic bromeliads in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* **207**: 662–672.
- Frankham R., Ballou J D., Dudash M R., Eldridge M D B., Fenster C B., Lacy R C., Mendelson J R., Porton I J., Ralls K. y Ryder O A. 2012. Implicaciones de diferentes conceptos de especies para la conservación biológica. *Biological Conservation* **153**: 25-31.
- García-Franco J G. 1987. *Las bromeliaceas de México*. Xalapa, Veracruz. INIREB. 94 pp.
- Gardner C S. 1982. *A systematic study of Tillandsia subgenus Tillandsia*. Ph. D. thesis. Texas. A & M. University, College Station. 305 pp.
- Gardner C S. 1986. Inferences about pollination in *Tillandsia* (Bromeliaceae). *Selbyana* **9**: 76-87.
- Gentry A H. y Dodson C H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Anales del Missouri Botanical Garden* **74**: 205-233.
- Givnish T J., Barfuss M H J., Ee B V., Riina R., Schulte K., Horres R., Gonsiska P A., Jabaily, R S., Crayn D M., Smith J A C., Winter K., Brown G K., Evans T M., Holst B K., Luther H., Till W., Zizka G., Berry P E. y Sytsma K J. 2011. Adaptive radiation, correlated and contingent evolution, and net species diversification in Bromeliaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **71**: 55–78.
- Hernández-Cadena R., González-Rocha E., Espejo-Serna A., López-Ferrari A R., Cerros-Tlalilpa R. y Ehlers R. 2014. *Tillandsia religiosa*, a new species from the state of Morelos, México. *Phytotaxa* **184**: 053–057.
- López-Ferrari A R., Espejo-Serna A. y Blanco-Fernández D C P. 2006. Circunscripción de *Tillandsia chaetophylla* mez y descripción de *Tillandsia sessemocinoi*. *Acta Botánica Mexicana* **76**: 77-8.
- López-Ferrari A R. y Espejo-Serna A. 2007. *Tillandsia borealis* (bromeliaceae), una nueva especie del norte de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **80**: 63-71.
- Luther H E. 2006. *An alphabetical list of Bromeliad binomials*. Florida, USA. The Marie Selby Botanical Gardens. Sarasota. The Bromeliad Society International. 124 pp.
- Mondragon C D M., Ramírez M I M., Flores C M. y García F J G. 2011. *La familia Bromeliaceae en México*. Texcoco, Estado de México. SAGARPA-SNICS-SINAREFI.
- Ramírez R F. 1999. *Flora y vegetación de la sierra de Santa Marta, Veracruz*. México D. F. Facultad de Ciencias, UNAM. 409 p.
- Ramírez M I. y Carnevali F C. 2003. A new species of *Tillandsia* (Bromeliaceae) from the Mexican Yucatán Peninsula. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* **13**: 209–211.
- Ramírez M I. y Carnevali F C. 2007. Two New Species in the *Tillandsia utriculata* Complex (Bromeliaceae) from Mexico. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* **17**:72-78.
- Smith L B. y Downs R J. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica* **14**: 663-1492.
- Utley J F. 1994. Bromeliaceae. En: Davidse, G., M. Sousa S. y A. O. Chater (eds.). *Flora Mesoamericana* **6**: 89-156.

Wendt T M., Canela B F., Gelli de Faria A P. y Rios R I. 2001. Reproductive biology and natural hybridization between two endemic species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *American Journal of Botany* **88**: 1760- 1767.

Zotz G., Bogusch W., Hietz P. y Ketteler N. 2010. Growth of epiphytic bromeliads in a changing world: The effects of CO₂, water and nutrient supply. *Acta Oecologica*, **36**: 659–665. DOI:10.1016/j.actao.2010.10.003

CAPÍTULO 1

2. Nuevos registros de híbridos naturales entre especies del género *Tillandsia* (Bromeliaceae) en el Centro del estado de Veracruz, México

2.1 Resumen

La hibridación natural es un fenómeno bien reconocido como fuente de especiación. Es común en el género *Tillandsia* en donde ha sido utilizado con fines ornamentales hace ya cientos de años. La mayoría de los inventarios florísticos actuales para Veracruz no consideran los híbridos. Se hicieron recorridos de campo y colectas botánicas sistemáticas en el Centro del estado de Veracruz, durante el periodo que abarca de enero 2014 a diciembre del 2016. Como resultado se colectaron 273 números de *Tillandsia*. De estos, 17 ejemplares pertenecen a nueve posibles eventos de hibridación natural entre las especies *Tillandsia concolor*, *T. polystachia*, *T. ionantha*, *T. schiedeana*, *T. juncea*, *T. belloensis*, *T. paucifolia*, *T. streptophylla* y *T. balbisiana*. Todos los híbridos se encontraron en vegetación secundaria. Se registra la presencia de nueve híbridos en la zona Centro del estado de Veracruz, lo que aumenta en 15 % la diversidad conocida para el género *Tillandsia* en la entidad. Se confirma que la perturbación parece fomentar la hibridación.

Palabras clave: Hibridación, *Tillandsia*, registros, Bromeliaceae, Veracruz

2.2 Abstract

Natural hybridization is a well-recognized phenomenon as a source of speciation. It is common in the genus *Tillandsia* where it has been used for ornamental purposes for hundreds of years. Most of the current floristic inventories for Veracruz do not consider hybrids. We conducted field trips and systematic botanical collections in the Central Zone of the state of Veracruz, between January 2014 to December 2016. As results the collections yielded 273 numbers of *Tillandsia*. Of these, 17

specimens belonged to nine possible natural hybridization events between the species *Tillandsia concolor*, *T. polystachia*, *T. ionantha*, *T. schiedeana*, *T. juncea*, *T. belloensis*, *T. paucifolia*, *T. streptophylla* and *T. balbisiana*. All of the hybrids were found in secondary vegetation. We found nine hybrids in the central zone of the state of Veracruz, which increases the knowledge of the diversity of the genus *Tillandsia* in the state by 15%. This work confirms that disturbance appears to promote hybridization.

Key words: Hybridization, *Tillandsia*, records, Bromeliaceae, Veracruz

2.3 Introducción

Originaria y casi exclusiva de los trópicos y subtropicos americanos, la familia Bromeliaceae es el grupo taxonómico más grande dentro de las 37 familias de plantas endémicas del Neotrópico. Después de Orchideaceae es el taxon que incluye más especies epífitas (Givnish *et al.*, 2011). Los híbridos son comunes en esta familia, y son especialmente frecuentes en el género *Tillandsia*, dando como resultado individuos morfológicamente variables con relación a las especies parentales (Wendt *et al.*, 2001; Espejo-Serna *et al.*, 2004 y Carnevali 2010). En consecuencia, la identificación definitiva de algunos ejemplares puede, ocasionalmente, ser extremadamente difícil (Utlely, 1994 y Barfuss *et al.*, 2005).

La hibridación interespecífica de *Tillandsia* ha sido documentada en forma general como un fenómeno recurrente en la naturaleza y explicado en parte por la reciente diversificación del taxón (Fontoura *et al.*, 2012). Dicha hibridación probablemente es la fuente de gran parte de la variación

genotípica del género (Gardner, 1984; Luther, 1985 y Wendt *et al.*, 2001) y promueve controversia sobre la taxonomía dentro de este grupo.

Se conocen pocos detalles sobre el proceso de hidridación en ejemplares de vida silvestre (Butcher, 2007). En la Bromeliad Society International BSI se han registrado por lo menos 109 combinaciones de híbridos naturales a partir de material de herbario, colectas de campo y colecciones biológicas públicas y particulares (Butcher, 2003, 2007; Luther 2014 y BSI 2016). Pueden aparecer o no en la lista binomial de Harry Luther (2014) la cual incluye 15 híbridos naturales, o en la lista de nombres aceptados para Bromeliaceae de Gouda y Butcher (2016) la cual incluye 22 registros de híbridos naturales. Éstos fueron publicados con material de herbario de referencia y bajo las reglas nomenclaturales del ICBN (Butcher, 2003, 2007; Luther, 2014 y Gouda y Butcher, 2016).

Los híbridos naturales para el género *Tillandsia* se han documentado en varios países. Con base en los registros encontrados en las bases de datos de la BSI y el FCBS, así como las publicaciones existentes (Gouda, 2003; Butcher, 2003, 2007; Guess y Guess, 2005; Ehlers, 2006; Gonçalves y Azevêdo, 2009, Luther 2014, Gouda y Butcher, 2016; BSI, 2018 y FCBS, 2018) los híbridos naturales descritos que siguen las reglas nomenclaturales del ICBN son: Argentina (3), Belice (1), Bolivia (1), Brasil (2), Costa Rica (5), Ecuador (1), El Salvador (1), Estados Unidos de América (3), Guatemala (3), México (6), Panamá (1) y República Dominicana (1). Aunque México tiene el mayor número registrado (Smith y Downs, 1977; Gardner, 1984; Espejo *et al.*, 2004; Carnevalli, 2010 y Ramírez, 2013), todavía resulta deficiente considerando la variación existente en la naturaleza. Es necesario identificar las causas y las consecuencias del flujo de genes interespecífico y la hibridación, ya que son importantes para comprender los procesos de especiación y el

movimiento de genes a través de los límites de las especies en las poblaciones que deseamos conservar (Allendorf *et al.*, 2001; Carnevali 2010 y Zanella *et al.* 2016).

En contraste, en la industria hortícola este fenómeno es bien conocido y se aprovecha a gran escala. La formación inducida de híbridos con fines ornamentales es especialmente común para el género *Tillandsia* y es practicada desde el siglo XVIII, pero las publicaciones científicas sobre esta diversidad son reducidas, muchas de estas combinaciones han sido generadas en colecciones particulares y jardines botánicos, la mayoría de éstas se han registrado con motivos ornamentales y de coleccionismo. A nivel internacional las variedades ornamentales se encuentran en su mayoría bajo el Registro de Cultivo de Bromelias de la Bromeliad International Society BSI utilizando las reglas del ICNCP (International Code of Nomenclature for Cultivated Plants). La página de la BSI posee un apartado llamado The Bromeliad Cultivar Register, en donde se registran ejemplares híbridos naturales o artificiales y posee registro de más de 12,000 cultivares de *Tillandsia* de los cuales 109 corresponden a híbridos naturales (mencionados arriba). De estos registros, por lo menos 40 provienen de material colectado en México (Butcher, 2003, 2007 y Luther 2014). Además existen listas de híbridos por parte del Florida Council of Bromeliad Societies FCBS y The Bromeliad Society of Australia, donde presentan listados y notas sobre la diversidad actual de híbridos naturales u hortícolas.

El Centro del estado de Veracruz coincide con zonas de alta perturbación ambiental derivada del desarrollo y las necesidades de las poblaciones humanas. En dichos sitios concurren tanto especies invasoras como endémicas y silvestres propias de la región. Estos ambientes modificados proveen las condiciones específicas que promueven la reproducción acelerada de diversas especies de

Tillandsia, sobre todo más incidencia de luz en el interior de la copa de los árboles, lo que resulta en poblaciones muy abundantes (Givnish *et al.*, 2011 y Fontoura *et al.*, 2012).

Actualmente, para el estado de Veracruz existen pocos registros y trabajos conocidos sobre la formación natural de híbridos en el género *Tillandsia*. Los registros se limitan a unas cuantas colectas y menciones en publicaciones y trabajos de tesis (Smith y Downs, 1977 y Ramírez, 2013). Actualmente solo existe registro de combinaciones entre las especies: *Tillandsia balbisiana* Schult. f., *T. festucoides* Brongn. ex Mez, *T. juncea* (Ruiz & Pav.) Poir., *T. polystachia* (L.) L., *T. paucifolia* Baker y *T. variabilis* Schldl. Esto pone en evidencia la escasa información existente sobre los procesos de hibridación natural dentro del género *Tillandsia* en Veracruz.

El conocimiento de estos casos es prioritario para entender este grupo vegetal, así como los procesos biológicos y de adaptación a cambios ambientales recientes que están experimentando. La hibridación en este caso es un ejemplo claro de la amplia dinámica ecológica de dicho taxón. Su entendimiento y estudio es indispensable para poder establecer estrategias de manejo y conservación, no sólo para estas especies sino incluso para formaciones biológicas y comunidades vegetales completas.

Las especies de *Tillandsia* en las que se ha reportado hibridación se caracterizan por una distribución geográfica simpátrica, asociadas a los mismos árboles hospederos o compartiendo microhábitat con los parentales que darán lugar al nuevo híbrido (Gardner, 1984 y Ramírez, 2013). Tienen periodos fenológicos sincronizados y atraen al mismo gremio de polinizadores. En las zonas tropicales de México la mayoría de los híbridos son recolonizadores de agroecosistemas cafetaleros y de potreros (Wendt *et al.*, 2001, 2002, 2008 y Toledo-Aceves *et al.* 2012).

Smith y Downs (1977) reportan colectas del Centro de Veracruz como presuntos híbridos a partir de material de herbario dentro de la descripción para las especies *Tillandsia polystachia*, *T. paucifolia* y *T. balbisiana*. Posteriormente, Ramírez (2013) evalúa la hibridación potencial entre *Tillandsia polystachia*, *T. juncea* y *T. variabilis* para zonas cafetaleras del centro de la entidad, analizando algunas de las barreras pre y post cigóticas: morfología floral, fenología, viabilidad de polen, formación de tubo polínico y desarrollo, viabilidad y maduración de semilla, y encontró escasas barreras entre estas especies.

Actualmente no existe ningún trabajo sobre la diversidad de híbridos de *Tillandsia* para el estado de Veracruz. Con este estudio se busca documentar la hibridación natural de este grupo en la zona Centro del estado y generar información que pueda ayudar a comprender mejor la diversidad morfológica y fenológica de este taxón. Se basa exclusivamente en híbridos encontrados juntos con sus posibles padres en la naturaleza, no en ejemplares de herbario donde la asignación de la calidad de híbrido a menudo es más especulativa.

2.4 Método

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la bibliografía existente sobre el género *Tillandsia* en el estado de Veracruz, se consultaron bases de datos bibliográficos digitales así como en bibliotecas especializadas, la información disponible en la red, así como tesis relacionadas con el tema, y especialistas. Se examinó el material depositado en los herbarios MEXU (Universidad Nacional Autónoma de México), XAL (Instituto de Ecología, A. C.), UAMI (Universidad Autónoma Metropolitana, Campus Iztapalapa), CHAPA (Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo), XALU (Universidad Veracruzana, Campus Xalapa) Y CORU (Universidad Veracruzana, Campus Córdoba).

Entre enero del 2014 y diciembre del 2016 se hizo una colecta general del género *Tillandsia* en el Centro del estado de Veracruz. Se recorrieron 50 municipios del estado de Veracruz que en su conjunto conforman el área de estudio “Centro del estado de Veracruz” (ver descripción del área de estudio más adelante), en donde se colectaron 273 números de *Tillandsia*. Se colectaron individuos con flores o frutos; el material fue herborizado mediante los métodos convencionales (Lot y Chiang, 1986) Algunos ejemplares fueron resguardados hasta que llegaran a la floración.

Para cada colecta se tomaron los siguientes datos en campo:

Geográficos: coordenadas geográficas y de elevación con un GPS (Garmin Etrex). Se corroboró la ubicación política respecto a región, municipio y localidad con mapas obtenidos de INEGI (2016).

Ecológicos: Especie de forofito hospedero, especies asociadas y tipo de vegetación considerando los sistemas propuestos por Miranda y Hernández X. (1963), Pennington y Sarukhán (2005), Cházaro (1992) y Rzedowski (1978); uso de la tierra en la zona de colecta.

Ambientales: Textura de suelo, presencia y tipo de rocas.

Fenológicos: presencia o vestigios de flores, capsulas o ambas.

Se identificaron los ejemplares, apartando los potenciales híbridos considerando algunos de los caracteres diagnósticos taxonómicamente más significativos para este género: forma, tamaño, coloración y textura de rosetas, vainas, láminas, escapos, brácteas, espigas, sépalos, pétalos, estambres y pistilo (Smith y Downs 1977; Gardner, 1984; Luther 1985; Utley 1994; Wendt *et al.*,

2001, 2002, 2008; Ramírez y Carnevali, 2003; Espejo-Serna *et al.*, 2004, 2005; Barfuss *et al.*, 2005; Carnevali, 2010; CONAP, 2010; Givnish *et al.*, 2011 y Ramírez, 2013).

Se determinó la calidad de híbrido con base en los caracteres morfológicos intermedios, así como en la simpatria de los posibles padres. La mayoría de estos padres se encontraron sobre el mismo forofito; los demás se encontraron a una distancia no mayor de 20 m, p.ej. en el caso de híbridos entre especies epífitas y rupícolas.

Se midieron los caracteres mencionados arriba con regla y vernier. La información obtenida de las mediciones fue capturada en Excel. Los ejemplares potencialmente híbridos fueron fotografiados y posteriormente depositados como parte de la colección del herbario hortorio CHAPA del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, en Texcoco, Estado de México.

Se usaron caracteres morfométricos para este estudio, en lugar de datos genéticos, ya que este estudio busca producir una herramienta práctica para la identificación de ejemplares híbridos en campo para el Centro del estado, así como generar una base para la actualización del inventario sobre la diversidad biológica del género *Tillandsia* en el estado y la región. Esto sirve para la generación de estrategias de manejo y conservación, pero también pretende impulsar más estudios taxonómicos, moleculares, ecológicos y biogeográficos que ayuden entender a fondo el fenómeno de hibridación y especiación de este taxón. Sólo se incluyeron poblaciones encontradas en el campo junto con sus padres, lo que disminuye el grado de incertidumbre en comparación con ejemplares de herbario solitarios.

2.5 Área de estudio

La zona de estudio, el Centro del estado de Veracruz (ver figura 1) está delimitada por los límites políticos de 59 municipios. En conjunto forman un polígono ubicado entre las siguientes coordenadas: al noreste $20^{\circ}14'32''\text{N}$ y $96^{\circ}47'07''\text{O}$, al noroeste $20^{\circ}08'09''\text{N}$ y $97^{\circ}07'14''\text{O}$, al sudoeste $19^{\circ}07'58''\text{N}$ y $97^{\circ}01'35''\text{O}$; y al sureste $19^{\circ}18'45''\text{N}$ y $96^{\circ}17'09''\text{O}$ (INEGI, 2016).

Su superficie comprende un poco más de $12,000 \text{ km}^2$, lo que corresponde a cerca del 16% de la extensión total del estado. Los paisajes dominantes son montañosos y húmedos, sin embargo en la parte más baja se observan llanuras alternadas por pequeños cerros y lomeríos. En las regiones más elevadas cerca de las faldas del Cofre de Perote encontramos altiplanos.

Aproximadamente el 45% de su superficie presenta la topografía de sierra. Ahí, predominan las laderas tendidas con cañadas, en las zonas altas como Chiconquiaco, y la zona montañosa central. En menor medida se encuentran los valles con laderas escarpadas derivadas de actividad volcánica reciente que corresponde al Eje Neovolcánico Transversal (Florescano y Ortiz, 2010). Esta región neo-volcánica dentro de la entidad es llamada Sierra de Chiconquiaco (Cházaro, 1992).

La zona Centro del estado de Veracruz es de especial interés biogeográfico. El principal factor que determina su importancia biológica y ecológica es su topografía heterogénea que resulta en una amplia gama de paisajes en distancias muy cortas. Esto deriva en muy diversos ambientes y condiciones biológicas que resultan en una alta gran diversidad biológica con un alto nivel de elementos endémicos (Cházaro, 1992 y INEGI 2016).

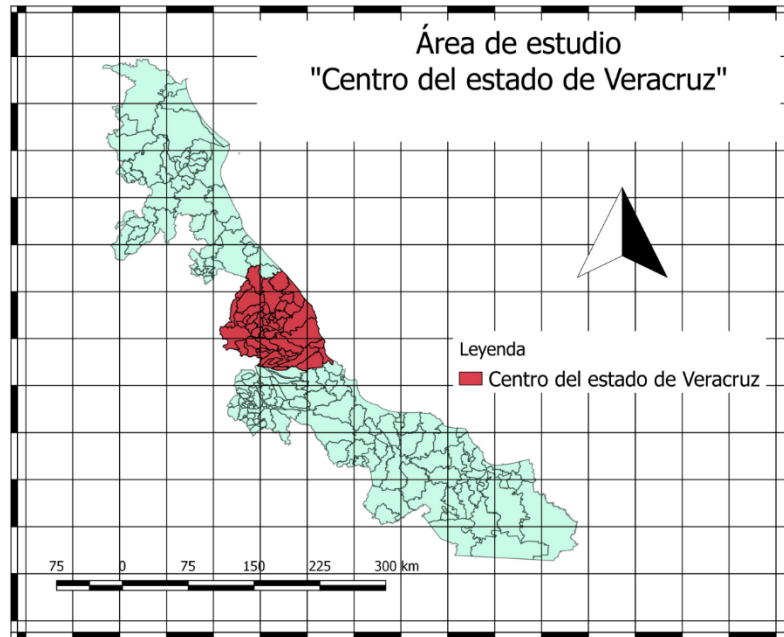


Figura 1. Delimitación de la zona de estudio, el Centro del estado de Veracruz

2.6 Resultados

Se encontraron reportes bibliográficos de combinaciones híbridas de cinco especies para el estado de Veracruz: *Tillandsia balbisiana*, *T. festucoides*, *T. juncea*, *T. polystachia*, *T. paucifolia*, y *T. variabilis* (Smith y Downs, 1977 y Ramírez, 2013), de las cuales las combinaciones *Tillandsia polystachia* X *juncea*, *Tillandsia polystachia* X *festucoides* y *Tillandsia polystachia* X *paucifolia* no fueron encontradas durante los recorridos en campo de este trabajo para la zona de estudio.

Se colectaron un total de 273 números de *Tillandsia*, entre los cuales 17 ejemplares no coinciden con las características morfológicas mencionadas en la bibliografía y claves especializadas para ninguna de las especies conocidas para el estado de Veracruz (Smith y Downs, 1977; Gardner, 1982; Utley, 1994; Espejo *et al.*, 2004 y CONAP, 2010). Presentaron combinaciones de caracteres propios de las especies conocidas con las que dichos ejemplares conviven simpátricamente. Se

identificaron nueve posibles eventos de hibridación natural en el área de estudio y se describen a continuación.

2.6.1 *Tillandsia polystachia* X *schiedeana*

Se registra la presencia de este híbrido en la localidad de Tuzamapan del municipio de Coatepec, asociada a cafetales de sombra con *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y *Cedrella odorata* L. Eran sitios derivados de selvas medianas subcaducifolias y encinares tropicales con suelos arcillosos sobre roca volcánica. Los ejemplares presentan una gran variación morfológica con respecto a sus parentales.

Cuadro 1. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia polystachia* X *schiedeana*, y sus parentales *T. schiedeana* Steud y *T. polystachia*.

	<i>Tillandsia polystachia</i>	<i>Tillandsia schiedeana</i>	<i>T. polystachia</i> X <i>schiedeana</i>
Roseta forma	Tanque	Atmosférica	Intermedia
Láminas forma	Triangulares alargadas a cintiforme, revolutas	Triangulares alargadas	Triangulares alargadas a cintiforme, revolutas
Láminas textura	Inconspicuamente lepidotas a glabras	Ampliamente lepidotas	Ampliamente lepidotas
Espigas posición	Polística terminal	Terminal	Terminal
Espigas tamaño	3.5-6.1 cm	2.3-4.1 cm	5.5-8.4 cm
Pétalos tamaño	2.8-4.2 cm	2.1-3.1 cm	4-4.3 cm
Corola color	Blanca o morada	Amarilla	Amarilla con morado

La roseta es intermedia entre la forma tipo tanque de *Tillandsia polystachia* y la forma tipo atmosférica propia de *T. schiedeana*, las láminas triangulares presentan ápice alargado, cintiformes a ligeramente triangulares, ampliamente lepidotas de coloración grisácea y disposición de las escamas peltadas similar a la de *T. schiedeana*. El escapo floral y las espigas tienen un arreglo

irregular ligeramente concentrado hacia el ápice. Las flores presentan una coloración difuminada entre el lila propio de *T. polystachia* y el amarillo característico de *T. schiedeana*.

T. schiedeana es una de las especies del género *Tillandsia* con mayor área de distribución del país en climas tanto templados como cálidos y desde los secos hasta los húmedos, desde los 0 hasta los 2,800 msnm. Mientras que, *T. polystachia* se limita a zonas tropicales con precipitación pluvial mayor a los 1,200 mm anuales y a elevaciones que van desde los 300 hasta los 1,800 msnm. En este caso la zona de simpatria corresponde con selvas bajas caducifolias y regiones dominadas con encinos de baja altitud alternados con selvas medianas subcaducifolias en las laderas y partes bajas de barrancas, entre los 300 y los 1,800 msnm. En el Centro del estado las dos especies coinciden en cafetales y pastizales inducidos.



Figura 2. *Tillandsia polystachia* X *schiedeana*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor. Ejemplares examinados:

GTC 1630 y 1632, CHAPA (Apéndice I).

2.6.2 *Tillandsia polystachia* X *belloensis*

Este taxón fue encontrado en cafetales de sombra, linderos y cercas vivas entre plantaciones agrícolas en los municipios de Coatepec, Xalapa e Iztaczoquitlan; zonas de transición entre bosque mesófilo de montaña y selvas medianas subcaducifolias, con suelos arcillosos y arenosos arcillosos, sobre rocas calizas y volcánicas.

Cuadro 2. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia polystachia* X *belloensis* y sus parentales *T. belloensis* y *T. polystachia*.

	<i>Tillandsia polystachia</i>	<i>Tillandsia belloensis</i>	<i>T. polystachia</i> X <i>belloensis</i>
Roseta en floración tamaño	15-40 cm	20-50 cm	20-45 cm
Roseta diámetro	20-35 cm	35 cm	23-28 cm
Hábito	Macollos de tres a cinco individuos, rara vez solitarias	Solitarias	Solitarias
Láminas tamaño	10-40 cm	20-60 cm	10-31 cm
Espigas posición	A lo largo del escapo, más abundantes en la mitad apical, dispersas	Apicales, compactas	Apicales, dispersas
Pétalos tamaño	3.1-3.7 cm	3.4-4 cm	4.5-6.5 cm
Corola color	Lila o blanco	Lila	Del blanco al lila degradado o manchado

Los ejemplares examinados tienen una longitud de la planta en floración parecida a *Tillandsia belloensis*, son plantas solitarias, acaules, las láminas concuerdan con *T. polystachia*. El carácter diferencial entre ambas es la disposición, tamaño y forma de las espiguillas florales, las cuales corresponden a una combinación de ambas especies. Las flores se agrupan en la parte terminal del escapo como es el caso para *T. belloensis*, pero no se encuentran tan compactas entre sí, carácter

propio de *T. polystachia*. El color de las flores va desde el blanco hasta el lila con manchas o degradación de color a lo largo de la corola, así como la longitud de las flores es un tanto variable dentro del mismo individuo. Presenta en general flores más grandes que los parentales probablemente derivado del efecto de vigor híbrido, con forma más cercana a las de *T. polystachia*.

T. belloensis ocurre en lugares con elevaciones que van desde los 1,400 msnm hasta los más de 2,400 msnm. Mientras que, *T. polystachia* es una especie con mayor afinidad tropical, presente desde los 300 hasta los 1,800 msnm, en regiones cálido húmedas. Las regiones de simpatria entre estas especies para el Centro del estado de Veracruz corresponden con estribaciones del Pico de Orizaba y Cofre de Perote, en donde coinciden con zonas de transición entre regiones con clima semicálido húmedo y cálido húmedo.



Figura 3. *Tillandsia polystachia* X *belloensis*; a. detalle de la inflorescencia; b. imagen de la planta. Ejemplares examinados: GTC 1639, 1652 y 1691, CHAPA (Apéndice I).

2.6.3 *Tillandsia concolor* X *paucifolia*

Este híbrido se reporta para los municipios de Emiliano Zapata y Alto Lucero. Se observó en linderos y cercas vivas de potreros sobre vegetación original de selvas bajas caducifolias y encinar de mediana altitud, en sitios con suelos arcillosos y someros sobre rocas volcánicas. Los ejemplares fueron encontrados epífitos sobre *Quercus oleoides* Schltdl. & Cham. y *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. En estas regiones con clima cálido subhúmedo los arboles aislados en las orillas de los potreros presentan altas tasas de colonización de epífitas, especialmente del género *Tillandsia*.

Cuadro 3. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia concolor* X *paucifolia*, y sus parentales *Tillandsia concolor* L.B. Sm. y *T. paucifolia* Baker

	<i>Tillandsia concolor</i>	<i>Tillandsia paucifolia</i>	<i>T. concolor</i> X <i>paucifolia</i>
Roseta forma	Tipo tanque	Bulbosa	Tanque a bulbosa
Roseta longitud en floración	10- 35 cm	10-20 cm	10-23 cm
Láminas forma	Erectas a ligeramente revolutas	Erectas	Erectas a ligeramente revolutas en el ápice
Láminas longitud	10-20 cm	5-15 cm	10-17 cm
Laminas textura	Glabras	Pubescentes	Pubescentes
Número de espigas	1-2	3-7	5-7
Espigas disposición	Solitarias erectas	Fasciculadas	Fasciculadas
Espigas color y textura	Rojas lustrosas y glabras	Rosadas y pubescentes	Rojas y glabras
Corola color	Rosa mexicano	Lila	Lila
Pétalos tamaño	3.3-5.2 cm	2.4-3.7 cm	2.4-2.8 cm

Los ejemplares examinados presentan una roseta intermedia entre tipo tanque y bulbosa. Las láminas son pocas, circinadas hacia el ápice, ampliamente pubescentes, parecidas a las presentes

en *T. paucifolia*. El escapo tiene entre 5 y 7 espigas, la disposición de las mismas es parecida a *T. paucifolia*. La roseta es de color grisáceo y textura ampliamente pubescente como en *T. paucifolia*, el escapo y las espigas son glabras y rojizas como en *T. concolor* y no pubescentes y rosadas como en *T. paucifolia*. Las flores son pequeñas y del mismo color lila que las observadas en *T. paucifolia*.

Ambas especies se distribuyen a bajas elevaciones, con un clima predominantemente cálido húmedo y cálido subhúmedo. *T. paucifolia* llega a ocurrir desde el nivel del mar hasta los 1,600 msnm. Mientras que, *T. concolor* ocurre desde los 300 hasta los 1800 msnm. Las zonas de hibridación se encuentran entre los 400 y los 600 msnm en donde estas especies son muy abundantes y dominantes, corresponden a ambientes perturbados derivados de selvas bajas caducifolias sobre sustratos calizos.



Figura 4. *Tillandsia concolor* X *paucifolia*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor. Ejemplares Examinados: GTC

11520 y 1673 CHAPA. (Ver apéndice I).

2.6.4 *Tillandsia concolor* X *streptophylla*

Este híbrido fue observado en el municipio de Apazapan cerca de los límites con Emiliano Zapata y Jalcomulco, sobre *Quercus oleoides* utilizado como cerca viva, entre acahuales y plantaciones de limón derivados de selva baja caducifolia. Estas zonas presentan suelos arcillosos y arenosos sobre rocas calizas.

Cuadro 4. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia concolor* X *streptophylla* y sus parentales *T. concolor* y *T. streptophylla* Scheidw. ex C. Morren.

	<i>Tillandsia concolor</i>	<i>Tillandsia streptophylla</i>	<i>T. concolor</i> X <i>streptophylla</i>
Roseta forma	Tipo tanque	Bulbosa	Bulbosa
Tamaño de la roseta	10-35 cm	20-50 cm	27 cm
Láminas forma	Erectas a ligeramente revolutas	Revolutas	Erectas a ligeramente revolutas
Láminas longitud	10-20 cm	10-40 cm	15-30 cm
Láminas textura	Glabras	Pubescentes	Glabras a cinéreas
Número de espigas	1-2	5-12	9
Espigas color y textura	Rojas lustrosas, glabras	Verdes-blanquecinas a rosadas, pubescentes	Verdes-blanquecinas en la base y rojas lustrosas en el ápice, glabras
Espigas tamaño	10-20 cm de longitud y 3.5-5.2 cm de ancho	10-17 cm de longitud y 1.8-2.5 cm de ancho	11-13.4 cm de longitud y 2.8-3 cm de ancho
Corola color	Rosa mexicano	Lila	Lila

El ejemplar encontrado presenta una roseta amplia con base bulbosa similar a *Tillandsia streptophylla*, pero un poco más compacta y con láminas más cortas y delgadas, numerosas y revolutas hacia el ápice como en *T. streptophylla*. La pubescencia casi nula de las láminas es similar a la presentada por *T. concolor*, ligeramente más cinérea, pero no tan pubescente como *T.*

streptophylla, además presentan una vena media prominente, carácter propio de *T. concolor*. El escapo es corto con 9 espigas como en *T. streptophylla*. Tiene una coloración verde hacia la base de las espigas y roja lustrosa hacia el extremo apical, similar a los colores de *T. concolor*. Las espigas son glabras como en *T. concolor*, pero delgadas y alargadas como en *T. streptophylla*. Las flores son pequeñas, numerosas (más de 15 por espiga), de color lila como *T. streptophylla*.

La distribución geográfica de las especies parentales corresponde a selvas bajas caducifolias y selvas medianas subcaducifolias, extendiéndose a los límites con el bosque mesófilo de montaña. *T. streptophylla* posee poblaciones pequeñas y aisladas que van desde los 200 hasta los 2,000 msnm y es escasa en gran parte del estado. Las poblaciones de *T. concolor* son numerosas en algunas regiones y muy esporádicas en otras. Su distribución va desde los 300 hasta los 1800 msnm. La zona de hibridación encontrada se localiza entre los 500 y los 800 msnm y corresponde a vegetación perturbada derivada de encinares de *Quercus oleoides*.



Figura 5. *Tillandsia concolor* X *streptophylla*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor. Ejemplares examinados:

GTC 1533, CHAPA. (Ver apéndice I).

2.6.5 *Tillandsia concolor* X *ionantha*

Se reporta este híbrido para las localidades de Cerro Gordo en el municipio de Emiliano Zapata y la localidad de Vaquería en el municipio de Coatepec. Ambas localidades presentan un clima cálido subhúmedo, suelos arcillosos sobre roca caliza con vegetación derivada de selva baja caducifolia. En la localidad de Cerro Gordo se registró en linderos de potreros sobre *Zantoxylum fagara*, en Xoltepec fue localizada en manchones de encinar de *Quercus oleoides* en acahuales, mientras que en Vaquería fue encontrada sobre *Cedrella odorata* utilizado como cerca viva en plantaciones de mango.

Cuadro 5. Caracteres vegetativos y florales que diferencian entre *Tillandsia concolor* X *ionantha*, *T. concolor* y *T. ionantha* Planch, encontradas el Centro del estado de Veracruz

	<i>Tillandsia concolor</i>	<i>Tillandsia ionantha</i>	<i>T. concolor</i> X <i>ionantha</i>
Roseta	Tipo tanque	Cespitosa	Cespitosa
Roseta tamaño en floración	10-35 cm	5-12 cm	7.7-17 cm
Láminas posición	Erectas a ligeramente revolutas	Erectas	Erectas
Láminas tamaño	10-20 cm	4-10 cm	7-15 cm
Láminas textura	Glabras	Pubescentes	Glabras a ligeramente pubescentes en la base
Escapo tamaño	Conspicuo, 4-10 cm de longitud	Inconspicuo, 1 a 2 cm de longitud	Conspicuo, 3.1-4 cm
Número de espigas	1-2	3-6	5-7
Espigas posición	Dispersas	Compactas	Compactas
Espigas color y textura	Rojo lustrosos, glabras	Desde verde hasta rosadas y rojas, pubescentes	Rojo lustrosos más intenso en los márgenes de las brácteas florales, glabras
Corola color	Rosa mexicano	Lila	Lila
Flores tamaño	3.3-5.2 cm	4.3-6.4 cm	2.3-3.1 cm

Los individuos presentan una morfología variada. En general tienen rosetas de forma cespitosa, formando macollos. Las láminas numerosas con disposición erecta son semejantes en forma a las de *T. ionantha*, pero más largas. La pubescencia de las láminas es irregular y escasa, más parecida a la presentada por *T. concolor*. El escapo floral muy reducido es similar al de *T. ionantha* con entre 5 y 7 espigas compactadas, de pocas flores por espiga. El color de las espigas es rojo lustroso similar al de *T. concolor*. Las flores tienen mal formación de corola y elementos del androceo no funcionales. Las flores presentan coloración lila similar a *T. ionantha*.

Como antes se mencionó, *T. concolor* presenta una distribución restringida a ambientes cálidos húmedos y cálidos subhúmedos en elevaciones que van de los 30 a los 1,800 msnm. En contraste, *T. ionantha* posee una distribución más amplia que va desde los ambientes cálidos húmedos y subhúmedos, hasta los climas templados húmedos, en altitudes de los 400 a los 2,200 msnm. Ambas especies presentan una distribución altitudinal simpátrica que va de los 400 a los 1,800 msnm.



Figura 6. *Tillandsia concolor* X *ionantha*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor. Ejemplares examinados: GTC 1641 y 1676, CHAPA. (Ver apéndice I).

2.6.6 *Tillandsia concolor* X *juncea*

Ejemplares de este híbrido fueron registrados en las faldas de la Sierra Monte de Oro, municipio de Alto Lucero, creciendo sobre rocas calizas intemperadas dispersas en acumulaciones someras de suelos arcillosos en potreros derivados de selva baja caducifolia. Formaron colonias densas pero aisladas entre sí.

Cuadro 6. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia concolor* X *juncea* y sus parentales *T. concolor* y *T. juncea*.

	<i>Tillandsia concolor</i>	<i>Tillandsia juncea</i>	<i>T. concolor</i> X <i>juncea</i>
Roseta	Tipo tanque	Cespitosa	Cespitosa a tipo tanque
Roseta tamaño en floración	10-35 cm	16-41 cm	18-33 cm
Láminas posición	Erectas a ligeramente revolutas	Erectas	Erectas
Láminas tamaño	10-20 cm de longitud	16-36 cm de longitud	17-28 cm de longitud
Láminas forma y textura	Triangulares, glabras	Triangulares alargadas a cintiformes, pubescentes	Triangulares alargadas, pubescentes
Escapo tamaño	4-10 cm de longitud	17-31 cm de longitud	15-21 cm de longitud
Espigas posición	Dispersas	Compactas en el ápice	Compactas a fasciculadas
Espigas número	1-2	5-8	2-4
Espigas forma, color y textura	Rojas lustrosas, alargadas y planas, glabras	Verdes con tonos rojizos hacia el ápice, cortas aplanadas, pubescentes	Rojas, cilíndricas, ligeramente pubescentes.
Espigas tamaño	10-20 cm de longitud y 3.5-5.2 cm de ancho	3.5-4.8 cm de longitud y de 2.1 a 3 cm de ancho	10-13 cm de longitud y de 1.8 y 2.3 cm de ancho
Corola color	Rosa mexicano	Lila	Lila
Flores tamaño	3.3-5.2 cm	3.1-4.5 cm	2.3-2.5 cm

Presenta una morfología variable entre los parentales pero constante en cuanto a la forma y tamaño de la roseta. Es alargada y cespitosa, ligeramente abierta a tipo tanque, con pocas láminas erectas. Las láminas son más largas que en *Tillandsia concolor* pero más cortas que en *T. juncea*. La forma de las hojas es triangular como en *T. concolor* pero mucho más alargada sin llegar a ser cintiforme. Al mismo tiempo la pubescencia de las láminas es similar a la encontrada en el haz de las láminas de *T. juncea*. Las hojas expuestas al sol directo tienen coloración rojiza. El escapo con las espigas agrupadas en el ápice es totalmente cubierto de vainas tal como en *T. juncea*. Tiene de 2 a 4 espigas, de color rojo y más grandes que las de *T. juncea*, similares en tamaño a las de *T. concolor* pero más delgadas y cilíndricas. Las flores son de color lila como en *T. juncea*, presentan malformaciones en diversos elementos del perianto.

La distribución geográfica de *T. concolor* se mencionó anteriormente. *T. juncea* presenta una distribución muy amplia a nivel nacional que incluye gran diversidad de climas y un intervalo altitudinal que va desde los 0 hasta los 3,000 m., por lo que las zonas de potencial hibridación por simpatria comprenden los intervalos altitudinales de distribución de *T. concolor* que van desde los 30 hasta los 1,800 msnm.



Figura 7. *Tillandsia concolor X juncea*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor. Ejemplares examinados: GTC 1523 y 1524, CHAPA. (Ver apéndice I).

2.6.7 *Tillandsia ionantha X schiedeana*

Este híbrido se encontró en la localidad de Tuzamapan en el municipio de Coatepec. Era asociado a cafetales de sombra con *Enterolobium cyclocarpum* y *Cedrella odorata*, en suelo arcilloso sobre rocas volcánicas.

Cuadro 7. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia ionantha X schiedeana* y sus parentales *T. ionantha* y *T. schiedeana*.

	<i>Tillandsia ionantha</i>	<i>Tillandsia schiedeana</i>	<i>T. ionantha X schiedeana</i>
Roseta	Cespitosa	Atmosférica	Cespitosa
Roseta en floración tamaño	5-12 cm de longitud	7-18 cm de longitud	12-16 cm de longitud
Láminas posición	Erectas	Decusadas a erectas	Erectas
Láminas forma y tamaño	Triangulares cortas, 4-10 cm	Triangulares alargadas, 6-15 cm de longitude	Triangulares cortas, 7-14 cm de longitud

Escapo posición y tamaño	Inconspicuo, 1 a 2 cm de longitud, cubierto por las láminas	Conspicuo, alargado, 7-16 cm de longitud	Inconspicuo, 3.1-4 cm de longitud, cubierto por las láminas
Número de espigas	3-6	1-3	1-3
Corola color	Lila	Amarilla	Lila hacia la base y blanca hacia el ápice
Flores tamaño	4.3-6.4 cm de longitud	2.1-3.1 cm de longitud	6.2-6.5 cm de longitud

Los ejemplares encontrados tienen diferencias marcadas con respecto a sus parentales. Las rosetas se compactan en macollos y presenta hojas numerosas, tal como en *Tillandsia ionantha*. Las láminas son parecidas a las presentes en *T. ionantha* pero más largas, con una pubescencia grisácea asemejando las láminas presentes en *T. schiedeana*. El escapo es inconspicuo y reducido, con espigas compactadas en el centro de la roseta, cubierto por las láminas similar a *T. ionantha*, de color verde claro en la base y rojizo en los bordes de las brácteas florales. Las flores son grandes, con una coloración combinada con lila en la base de la corola degradado al blanco hacia el ápice.

Ambas especies son de amplia distribución en el estado de Veracruz, reportadas como abundantes para diversos tipos de climas en el estado. Son especialmente abundantes en zonas cálidas subhúmedas y cálidas húmedas.



Figura 8. *Tillandsia ionantha X schiedeana*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor. Ejemplares examinados:

GTC 1623, CHAPA. (Ver apéndice I).

2.6.8 *Tillandsia polystachia X balbisiana*

Un híbrido natural encontrado en Veracruz entre estas dos especie fue mencionado previamente por Smith y Downs en 1977. Se localizaron dos pequeñas poblaciones de estos individuos, una en la selva baja caducifolia del municipio de Apazapan, y una segunda población fue ubicada en el municipio de Emiliano Zapata en la transición entre selva baja caducifolia y encinar tropical de *Quercus oleoides*, en zonas de suelo somero arcilloso sobre rocas calizas.

Cuadro 8. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia polystachia X balbisiana* y sus parentales *T. polystachia* y *T. balbisiana*

<i>Tillandsia polystachia</i>	<i>Tillandsia balbisiana</i>	<i>T. polystachia X balbisiana</i>
-------------------------------	------------------------------	------------------------------------

Roseta forma	Tipo tanque	Bulbosa	Tipo tanque compacta en la base
Roseta en floración tamaño	14-40 cm de longitud, 20-35 cm de ancho	20-40 cm de longitud, 2-6.5 cm de ancho	21-45 cm de longitud, 21-30 cm de ancho
Láminas textura	Inconspicuamente lepidotas a glabras	Ampliamente lepidotas a cinéreas	Inconspicuamente lepidotas a glabras
Escapo tamaño	10-36 cm de longitud	20-35 cm de longitud	17-39 cm de longitud
Espigas posición	A lo largo del escapo, más abundantes en la mitad apical	Agrupadas en la parte apical.	Agrupadas en la parte apical.
Espigas color	Verdes a rojizas	Rojas	Rojas
Corola color	Lila a blanca	Lila	Lila
Flores tamaño	2.8-4.2 cm de longitud	2.4-3 cm de longitud	4.5 a 5 cm de longitud

Las rosetas son tipo tanque, similares a las presentes en *T. polystachia*, con las hojas un poco más compactadas hacia la base pero sin llegar a presentar forma bulbosa. Las láminas son ligeramente revolutas, triangulares alargadas, un poco más alargadas que las presentes en *T. polystachia*. La pubescencia y el color de las láminas es similar al de *T. polystachia*. El escapo tiene espigas similares en forma y disposición a las presentes en *T. balbisiana*; las espigas son del mismo largo que las de *T. balbisiana*, la coloración de las espigas es similar a la presentada por algunos individuos de *T. polystachia*, roja lustrosa más intensa en los bordes de las brácteas florales. Las flores son moradas parecidas a las de *T. balbisiana*.

La distribución de *T. balbisiana* es reducida en el centro del estado, con poblaciones aisladas exclusivas de la zona cálido subhúmeda que se desarrollan sobre afloramientos calizos, va desde los 400 hasta los 800 msnm. *T. polystachia*, como antes se menciona, posee una distribución más amplia, que incluye ambientes cálidos húmedos a cálidos sub húmedos. En Veracruz la distribución simpátrica de estas especies se limita a las zonas con clima cálido húmedo del Centro del estado. Los híbridos son recurrentes en los límites municipales de Apazapan y Emiliano Zapata,

especialmente en las zonas con encinares tropicales de *Quercus oleoides*, y en algunos manchones de selvas bajas caducifolias.



Figura 9. *Tillandsia polystachia* X *balbisiana*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor. Ejemplares examinados:

GTC 1541 y 1613, CHAPA. (Ver apéndice I).

2.6.9 *Tillandsia brachycaulos* X *ionantha*/*Tillandsia* X *jaguactalensis* I. Ramírez, Carnevali & F. Chia

Este híbrido se registra de las localidades de Cerro Gordo en el municipio de Emiliano Zapata y en el municipio de Coatepec cerca del poblado de Tuzamapan. Está asociado a potreros y a cafetales de sombra con *Enterolobium cyclocarpum* y *Cedrella odorata*, en suelos arcillosos tanto sobre rocas calizas como volcánicas.

Cuadro 9. Caracteres vegetativos y florales presentados por *Tillandsia brachycaulos* X *ionantha*, y sus parentales *T. brachycaulos* Schldl. y *T. ionantha*

	<i>Tillandsia ionantha</i>	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	<i>T. ionantha</i> X <i>brachycaulos</i>
Roseta forma	Cespitosa	Tanque alargado	Tanque alargado a bulbosa
Roseta tamaño	5-12 cm de longitud	16-28 cm de longitud	19-30 cm de longitud
Roseta color	Verde a rojiza en floración	Verde a rojiza en floración	Rojiza
Láminas tamaño	4-10 cm de longitud	13-24 cm de longitud	14-22 cm de longitud
Láminas textura	Pubescentes	Cinéreas	Pubescentes
Escapo tamaño	Inconspicuo, 1 a 2 cm de longitud, cubierto por las láminas	Conspicuo, 7-20 cm de longitud,	14-20 cm de longitud, cubierto por las brácteas del escapo
Espigas número y disposición	3-6, compactas en la base de la roseta	4-10, agrupadas en el ápice del escapo	8-20, agrupadas en el ápice, compactas, formando una cima
Flores tamaño	4.3-6.4 cm de longitud	3.1 a 4 cm de longitud	2.9-3.4 cm de longitud
Pétalos forma	Tubulares	Tubulares con el ápice revoluto	Tubulares con el ápice revoluto

Los ejemplares presentan caracteres intermedios entre sus parentales y parece que dicha morfología es recurrente en los demás individuos conocidos de esta combinación. Las rosetas en floración son alargadas, similares a las presentadas en *T. brachycaulos*. Las láminas son de color rojizo y con pubescencia parecida a las de *T. ionantha*, pero más largas y anchas, similares a las de *T. brachycaulos*. Las brácteas foliáceas cubren el escapo totalmente, y las espigas están dispuestas en una cima como en *T. brachycaulos*.

Ambas especies parentales poseen una distribución tropical, siendo mucho mayor para *T. ionantha*. Esta última se localiza desde climas cálidos húmedos y subhúmedos hasta climas templados, desde los 400 hasta los 2,200 msnm. Mientras que, *T. brachycaulos* se limita a climas cálidos húmedos y subhúmedos desde los 300 hasta los 1,300 msnm. La zona potencial de hibridación comprende desde los 400 hasta los 1,300 msnm.



Figura 10. *Tillandsia brachycaulos X ionantha*, a. detalle de la planta; b. detalle de la flor. Ejemplares Examinados: GTC 1621 y 1678, CHAPA. (Ver apéndice I).

2.7 Discusión

Veracruz es uno de los estados con mayor número de exploraciones botánicas en el país, especialmente la zona Centro de la entidad, sin embargo, quedan regiones por explorar y especies por registrar (Cházaro, 1992). Este estudio resalta la falta de exploraciones de campo e investigación particular para grupos específicos.

Los resultados de este trabajo amplían el conocimiento sobre la diversidad de uno de los grupos botánicos emblemáticos de México, el género *Tillandsia*. Con los registros obtenidos durante este estudio aumenta cerca de 15% la diversidad conocida para este taxon en el estado (Espejo *et al.*, 2004, 2005 y Krömer *et al.*, 2012), además de ser el primer estudio dedicado a registrar la presencia de híbridos de *Tillandsia* en Veracruz.

Durante este estudio se observó una relación directa entre el cambio de uso de la tierra, la diversidad y abundancia del grupo y la hibridación. Esta relación fue anteriormente reportada en los cafetales de sombra con árboles de mediana edad o mayores en donde se observa un muy alto número de especies y de individuos en comparación con los fragmentos conservados de bosques o selvas cercanas (Toledo-Aceves *et al.*, 2012).

El trabajo apoya la sugerencia que la diversidad fenotípica muy amplia y la alta plasticidad de *Tillandsia* en la región, se relacionan directamente con la radiación adaptativa del grupo por medio de hibridación interespecífica (Givnish *et al.*, 2011 y Fontoura *et al.*, 2012). Además subraya un problema taxonómico complejo, ya que debido a lo ambiguo de la definición de especie y al hecho de que la evolución nunca se detiene, existen plantas descritas como especies que en realidad son híbridas (Allendorf *et al.*, 2001 y Butcher, 2003). Algunos ejemplos son: *Tillandsia brachycaulos* X *ionantha* = *Tillandsia jaguactalensis*, que ha sido reportada para la península de Yucatán, Belice y Guatemala, y fue descrita en el año 2000. Este taxón fue registrado en dos localidades dentro del área de estudio. Se trata de un nombre aceptado según Gouda y Butcher (2016). Tanto *Tillandsia brachycaulos* X *balbisiana* = *Tillandsia maya* I. Ramírez y Carnevali, como *Tillandsia brachycaulos* X *juncea* = *Tillandsia maypatii* I. Ramírez y Carnevali, fueron descritas al igual que *Tillandsia jaguactalensis* como especies nuevas. Revisiones recientes las ubican como híbridos, pero los nombres son aceptados.

Esta complejidad afecta en los estudios de diversidad biológica y en la dinámica poblacional de estas plantas. La hibridación puede llegar a modificar, afectar e incluso a extinguir algunas de las especies involucradas (Allendorf *et al.*, 2001). El estudio de estos grupos biológicos y sus dinámicas poblacionales ayuda a entender los patrones de variación morfológica del género lo cual

podría ayudar mediante estudios morfométricos, estadísticos y de distribución geográfica en la predicción de variaciones morfológicas o generación de nuevas áreas de hibridación para otros taxa.

Los resultados demuestran que el género *Tillandsia* en el Centro del estado de Veracruz posee un amplio potencial de adaptación a los cambios ambientales recientes y funciona como un buen ejemplo para estudiar la especiación por radiación adaptativa, así como otros estudios ecológicos y biogeográficos (Allendorf *et al.*, 2001; Givnish *et al.*, 2011 y Fontoura *et al.*, 2012).

Hacen falta más trabajos de exploración y estudios generales sobre la diversidad botánica en México, así como investigaciones que busquen entender los procesos de hibridación natural y como ésta afecta o beneficia a las especies, la especiación y las comunidades biológicas en general. Esto es prioritario para establecer estrategias de manejo y conservación adecuadas, considerando a los individuos híbridos como parte de una línea evolutiva que involucra a más de una especie, así como los procesos históricos de adaptación de estos linajes.

2.8 Agradecimientos

Los autores agradecemos el apoyo otorgado durante todo este estudio por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); al Colegio de Postgraduados (CP), especialmente al Posgrado en Botánica del Campus Montecillo por las facilidades y el apoyo brindado durante este trabajo; a la Universidad Veracruzana por permitirnos el uso de instalaciones y herbarios; al Instituto de Ecología A. C., especial agradecimiento al Dr. Jaime Rivera Hernández, al Biol. Carlos Arzaba, al Dr. Adolfo Espejo-Serna y la Dra. Ana de la Rosa López-Ferrari por su activa colaboración en la difusión y el conocimiento de las Bromeliaceae mexicanas.

2.9 Literatura citada

- Allendorf FW., Leary RL., Spruell P. y Wenburg JW. 2001. The problems with hybrids: setting conservation guidelines. *TRENDS in Ecology & Evolution* **16**: 613-622. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02290-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02290-X)
- Barfuss MHJ., Samuel R., Till W. y Stuessy TF. 2005. Phylogenetic relationships in subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from several plastid regions. *American Journal of Botany* **92**: 337-351. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.92.2.337>
- BSI, Bromeliad Society International <<http://www.bromeliad.org.au> > (acceso febrero 2018)
- Bromeliad Cultivar Register. *Bromeliad Society International* <<http://registry.bsi.org/>> (acceso febrero 2018)
- Butcher D. 2003. *Tillandsia* hybrids with *T. albertiana* as one of the parents. *Journal of the Bromeliad Society* **53**: 25-28.
- Butcher D. 2007. *Tillandsia* Natural hybrids, Bromeliad Society International BSI <<http://www.bromeliad.org.au> > (acceso diciembre 2017)
- Carnevali FG. 2010. *Tillandsia jaguactalensis* o ¿qué es una especie? Cuadernos desde el herbario. Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).
- Cházaro BMJ. 1992. *Exploraciones botánicas en Veracruz y estados circunvecinos, 1° parte. Pisos altitudinales de vegetación en el centro de Veracruz y zonas limítrofes con Puebla*. Madison: Herbarium, Dept. of Botany, University of Wisconsin.
- CONAP. 2010. *Guía de Reconocimiento del Género Tillandsia de Guatemala*. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP. 2010. Primera edición, enero de 2010.
- Ehlers R. 2006. *Tillandsia comitanensis* a new highland species from Chiapas, México. *Journal of the Bromeliad Society* **55**:116-120.
- Espejo-Serna A., López-Ferrari AR., Ramírez-Morillo I., Holst BK., Luther H. y Till W. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana* **25**: 33-86.
- Espejo-Serna A., López-Ferrari AR. y Ramírez-Morillo I. 2005. *Familia Bromeliaceae*. Flora de Veracruz, Fascículo 165. Xalapa y Riverside: Instituto de Ecología y University of California.
- FCBS. 2018. *Bromeliad Encyclopedia*, Florida Council of Bromeliad Societies. <http://fcbs.org/_index.php> (acceso febrero, 2018).
- Florescano E. y Ortiz EJ. 2010. *Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz*, Tomo I. Coordinadores: Benítez BG y Welsh RC. Primera edición. Xalapa: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana.
- Fontoura T., Scudeller VV. y Costa AF. 2012. Floristics and environmental factors determining the geographic distribution of epiphytic bromeliads in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Flora* **207**: 662-672. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.05.003>

- Gardner CS. 1982. *A systematic study of Tillandsia subgenus Tillandsia*. PhD Thesis, A y M. University, College Station.
- Gardner CS. 1984. Natural hybridization in *Tillandsia* subgenus *Tillandsia*. *Selbyana* **7**: 380– 393. DOI: <http://www.jstor.org/stable/41760384>
- Givnish TJ., Barfuss MJ., Van Ee B., Riina R., Schulte K., Horres R., Gonsiska PA., Jabaily RS., Crayn DM., Smith JAC., Winter K., Brown GK., Evans TM., Holst BK., Luther H., Till W., Zizka G., Berry PE. y Sytsma KJ. 2011. Adaptive radiation, correlated and contingent evolution, and net species diversification in Bromeliaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **71**: 55–78.
- Gonçalves NC. y Azevêdo FGC. 2009. A new hybrid Bromeliad from Southernmost Brazil, *Tillandsia* × *baptistana*. *Novon* **19**:353-356. DOI: <https://doi.org/10.3417/2001154>
- Gouda E. 2003. A new hybrid from Mérida, Venezuela. *Journal of the Bromeliad Society* **52**: 125-128.
- Gouda E. y Butcher D. 2016. *A List of Accepted Bromeliaceae Names, University Botanic Gardens*. <<http://bromeliad.nl/bromNames>> (acceso marzo, 2018).
- Guess V. y Guess R. 2005. *Tillandsia* X *cucubnicbim*: A natural hybrid from Mérida, Venezuela. *Journal of the Bromeliad Society* **52**: 23-27.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía <<http://www.inegi.org.mx> > (acceso marzo, 2016)
- Krömer T., Espejo-Serna A., López-Ferrari AR., Ehlers R. y Lautner J. 2012. Taxonomic and nomenclatural status of the Mexican species in the *Tillandsia viridiflora* complex (Bromeliaceae). *Acta Botánica Mexicana* **99**:1-20. DOI: <http://www.redalyc.org/html/574/57423330001/>
- Lot A. y Chiang F. 1986. *Manual de Herbario (Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos)*. Ciudad de México: Departamento de Botánica Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Consejo Nacional de La Flora de México, A. C.
- Luther HE. 1985. Notes on hybrid Tillandsias in Florida. *Phytologia* **57**:175–176.
- Luther HE. 2014. *An alphabetical list of bromeliad binomials*. Sarasota, FL: Marie Selby Botanical Gardens y Bromeliad Society International.
- Miranda FG. y Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**: 39-176.
- Pennington DT. y Sarukhán J. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramírez MI. y Carnevali FC.. 2003. A new species of *Tillandsia* (Bromeliaceae) from the Mexican Yucatán Peninsula. *Novon* **13**: 209–211. DOI: 10.2307/3393522.
- Ramírez RK. 2013. *Potencial de hibridación en tres especies dominantes de zonas perturbadas del género Tillandsia (Bromeliaceae) en el centro de Veracruz, México*. Tesis de maestría, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México: bosque tropical caducifolio y bosque tropical perennifolio*. Ciudad de México: Limusa.

- Smith LB. y Downs RJ. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotrópica* **14**: 663-1492.
- The Bromeliad Society of Australia, 2018, Bromeliads in Australia <<http://www.bromeliad.org.au/>> (acceso febrero, 2018)
- Toledo-Aceves T., García-Franco J., Hernández-Rojas A. y MacMillan K. 2012. Recolonization of vascular epiphytes in a shaded coffee agroecosystem. *Applied Vegetation Science* **15**: 99-107. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2011.01140.x>
- Utley, JF. 1994. Bromeliaceae. En: Davidse G, Sousa S y Chater AO, eds. *Flora Mesoamericana*. Ciudad de México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México **6**: 9-156.
- Utley JF. y Burt-Utley. 1994. Bromeliaceae. En: Davidse G, Sousa S y Chater AO, eds. *Flora Mesoamericana*. Ciudad de México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) **6**: 89-156.
- Wendt T., Canela BF., Gelli de Faria AP. y Rios RI. 2001. Reproductive biology and natural hybridization between two endemic species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *American Journal of Botany* **88**: 1760- 1767.
- Wendt T., Canela BF., Klein DE. y Rios RI. 2002. Selfing facilitates reproductive isolation among three sympatric species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *Plant Systematics and Evolution* **232**: 201-212. DOI: <https://doi.org/10.1007/s006060200043>
- Wendt T., Coser TS. y Matallana G. 2008. An apparent lack of prezygotic reproductive isolation among 42 sympatric species of Bromeliaceae in Southeastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution* **275**: 31-41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00606-008-0054-7>
- Zanella MC., Palma-Silva C., Goetze M. y Bered F. 2016. Hybridization between two sister species of Bromeliaceae: *Vriesea carinata* and *V. incurvata*. *Botanical Journal of the Linnean Society* **181**: 491–504. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12424>

CAPITULO 2

3. Estudio taxonómico de *Tillandsia polystachia* (L.)L. en el Centro del estado de Veracruz, México

3.1 Resumen

Debido a la gran polémica taxonómica derivada de la amplia plasticidad y dinámica ecológica de *Tillandsia polystachia* (L.) L. esta especie es comúnmente confundida con algunas especies simpátricas con las que comparte algunos caracteres, estas especies son *T. balbisiana*, *T. belloensis* y *T. variabilis*. Se presenta un análisis fenético de la morfometría y datos morfológicos generales de 60 ejemplares de *T. polystachia*, colectadas en el Centro del estado de Veracruz, dicho estudio se realizó utilizando análisis de componentes principales y análisis de conglomerados, complementariamente se presenta un análisis de distribución real y potencial de la especie con base en las observaciones y registros de campo así como de la información recabada mediante las revisiones de material de herbario. Como resultado se propone la presencia de grupos satélite dentro de las poblaciones de *T. polystachia*, se comprueba una relación directa entre variables ambientales y del uso de suelo con la alta diversidad presente por este taxón, además se discuten algunos factores relacionados con el potencial de hibridación de este taxón.

Palabras clave: *Tillandsia*, plasticidad, taxonomía, Veracruz, distribución

3.2 Abstract

Due to the great taxonomic controversy derived from the wide plasticity and ecologic dynamics of *Tillandsia polystachia* (L.) L. this species is commonly confused with some sympatric species with

which it shares some characters, these species are *T. balbisiana*, *T. belloensis* and *T. variabilis*. A phenetic analysis of the morphometry and general morphological data of 60 *T. polystachia* specimens, collected in the center of the state of Veracruz, is presented. This study was carried out using principal components analysis and conglomerate analysis, in addition a real and potential distribution analysis of the specie is presented. Based on the observations and field records as well as the information collected through the revisions of herbarium material. As a result, the presence of satellite groups within the populations of *T. polystachia* is proposed, a direct relationship between environmental and land use variables is verified with the high diversity present by this taxon, and some factors related to the potential of hybridization of this taxon.

Keywords: *Tillandsia*, plasticity, taxonomy, Veracruz, distribución

3.3 Introducción

Tillandsia polystachia (L.) L., se ubica desde el Sudeste de los Estados Unidos hasta Brasil y Bolivia, en México está ampliamente distribuida en casi todo el Centro y Sur del país, a todo lo largo de la vertiente del Golfo de México y en menor medida en la sierras Occidentales, se cuenta con registros que ubican sus poblaciones desde el nivel del mar hasta casi los 2,000 metros de altitud con mayor frecuencia en zonas cálidas semi-húmedas y cálidas húmedas (Gardner, 1982; Utley y Burt-Utley, 1987; García-Franco, 1987 y Espejo-Serna *et al.*, 2005).

Para el estado de Veracruz se conocen registros de *Tillandsia polystachia* en 17 municipios, en la zona Centro del estado, en ocasiones junto con otras especies de *Tillandsia* llegan a ser muy abundantes.

Tillandsia polystachya es reconocida por su amplio dinamismo ecológico y su gran plasticidad fenotípica, el potencial de variabilidad de la especie no sólo genera dificultades taxonómicas, sino que también favorece y aumenta el potencial de hibridación con especies cercanas. Esta especie actualmente no posee una definición taxonómica clara y podría corresponder con diversas especies e híbridos entre éstas (Gardner, 1982 y Utley yBurt-Utley 1994). Smith y Downs (1977) designan un neotipo para la especie, además registran probable hibridación natural en ejemplares de herbario, y que corresponde a combinaciones de las especies *Tillandsia polystachia*, *T. paucifolia* y *T. balbisiana*, también se conoce de hibridación con *T. festucoides* (MO) P. E. Valdivia 1133.

En el Centro de Veracruz la especie presenta distribución simpátrica recurrente con las especies reportadas como híbridos potenciales por Smith y Downs (1977). Ramírez (2013) reporta la recurrente generación de híbridos entre las especies *Tillandsia polystachia*, *T. juncea* y *T. variabilis*, esto en bosques mesófilos perturbados del Centro del estado de Veracruz. Además de estos registros se han encontrado poblaciones simpátricas y posible hibridación de *Tillandsia polystachia* con *T. belloensis* GTC 1639, 1652 y 1691, CHAPA, *T. balbisiana* GTC1541 y 1613 CHAPA, y *T. schiedeana* GTC 1630 y 1632 CHAPA.

En el Centro de Veracruz para *Tillandsia polystachia* y sus especies afines *T.variabilis*, *T. balbisina* y *T. belloensis* la controversia entre los sistemas de clasificación existentes dificulta la tarea de conocimiento de su diversidad, en consecuencia, la determinación definitiva de algunos ejemplares puede, ocasionalmente, ser extremadamente difícil (Utley, 1994 y Barfuss *et al.*, 2005).

Se analizaron los sistemas de clasificación taxonómica actual de *Tillandsia polystachia* y sus variables, así como la hibridación con *T. balbisiana*, *T. belloensis* y *T. variabilis* en la zona Centro del Estado de Veracruz.

3.4 Método

3.4.1 Delimitación de área de estudio

La zona a la que referimos como Centro del Estado de Veracruz está conformado por 50 municipios. Su superficie comprende un poco más de 12,000 km², lo que corresponde con cerca del 16% de la extensión total del estado, los paisajes dominantes son montañosos y húmedos, en las partes bajas se observan llanuras alternadas por pequeños cerros y lomeríos, en las regiones más elevadas cerca de las faldas del Cofre de Perote encontramos altiplanos con un clima templado y seco. Esta diversidad de paisajes y climas provee a la región de una flora muy diversa.

Aproximadamente el 45% de su superficie presenta la topografía de sierra. Ahí, predominan las laderas tendidas con cañadas, en las zonas altas como Chiconquiaco, y la zona montañosa central, abundan sierras de laderas abruptas con cañadas. En menor medida se encuentran los valles con laderas escarpadas. También es posible encontrar la topografía de lomeríos en las zonas cercanas a la costa (INEGI Carta estatal de regionalización fisiográfica. 1:1 000,000).

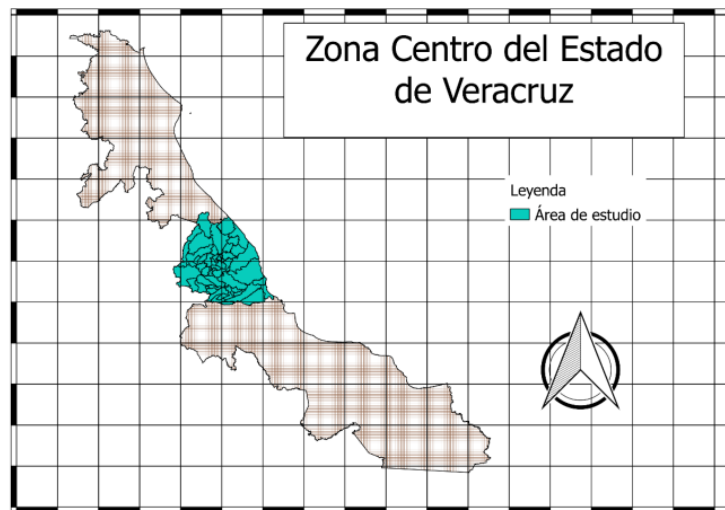


Figura 11. Delimitación de área de estudio

Muchos de los paisajes del Centro del estado se consideran geológicamente recientes, resultado de la actividad geológica del eje neovolcánico. En la zona, sobre una gran superficie de rocas sedimentarias se depositaron grandes cantidades de material volcánico, de diferentes épocas, quedando solamente algunas islas calcáreas sin ser cubiertas. Al levantarse la sierra de Chiconquiaco se generó una sombra de montaña sobre la región Sur del Centro del estado cambiando con ello por completo el régimen hídrico de la zona. Este cambio de paisaje proporcionó a la zona elementos ampliamente heterogéneos que resultaron en una gran variedad de climas y asociaciones vegetales. Biológicamente esta región se reconoce por sus altos niveles de endemismos biológicos tanto de flora como de fauna, y algunas de sus zonas se han propuesto como prioritarias para la conservación y como sitios estratégicos para el estudio de muchos procesos ecológicos y evolutivos.

3.4.2 Objeto de estudio

***Tillandsia polystachia* (L.) L., Sp. pl. ed. 2. 410. 1762.**

TIPO: Antillas. Habitat in America calidiore, C. Plumier s.n., s.f. (neotipo: P, designado por Smith y Downs, 1977).

Sinónimos (theplantlist.com y trópicos.org, consultados el 19 de octubre del 2016)

- *Renealmia polystachia* L., Species Plantarum 1: 286–287. 1753.
- *Tillandsia angustifolia* Sw., Nova Genera et Species Plantarum seu Prodrumus 57. 1788.
- *Platystachys polystachia* (L.) Beer, Die Familie der Bromeliaceen 87. 1856.
- *Tillandsia schlumbergeri* E. Morren ex André, Revue Horticole 66: 378. 1894.

El nombre *Tillandsia polystachia* Vell. Fue utilizado para hacer referencia a una especie del género *Aechmea*, por lo que es considerado nombre “ilegítimo”.

La variedad nombrada *Tillandsia polystachia* var. *alba* Wittm., descrita a partir de material colectado en Costa Rica y publicada en “*Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 11: 65. 1889” está actualmente considerada como *Tillandsia variabilis* Schldl.

Epífitas solitarias, en flor hasta 50.0 cm alto, rosetas 20.0-35.0 cm diámetro, acaules. **Hojas** numerosas en rosetas tipo tanque, delgadas. **Vainas** 3.0-5.0 cm largo, 2.0-4.0 cm ancho, oblongo-elípticas, abaxialmente pardas claras, adaxialmente pardas oscuras, densa e inconspicuamente blanco-lepidotas en ambas superficies. **Láminas** 12.0-30.0 cm largo, 0.8-2.3 cm ancho, triangulares a largamente triangulares, ápice largamente atenuado y recurvado, involutas y onduladas, verdes, más oscuras adaxialmente, densa e inconspicuamente blanco-lepidotas en ambas superficies. **Inflorescencias** terminales, erectas, compuestas, 1-ramificadas. **Espigas** 4-9 por escapo, ascendentes a difusas y laxamente agrupadas, 3.5-8.0 cm largo, 0.9-1.3 cm ancho, teretes a ligeramente aplanadas. **Escapo** de 15.0-30.0 cm largo, 3.0-5.0 mm diámetro, teretes, cubiertos totalmente por las vainas de las brácteas. **Brácteas del escapo** 8.5-20.0 cm largo,

angostamente triangulares, foliáceas, verdes. **Brácteas primarias** 3.5-8.0 cm largo, similares a las del pedúnculo, las de la parte distal de la inflorescencia vaginiformes, verdes. **Brácteas florales** imbricadas, 1.7-2.0 cm largo, 7.0-8.0 mm ancho cuando aplanadas, más largas que los entrenudos, oblongo-elípticas, ecarinadas a ligeramente carinadas, ápice agudo a acuminado, verdes o verdes con tintes púrpuras, lisas excepto en el ápice, densa e inconspicuamente punctulado-lepidotas. **Flores** 4-12 por espiga, actinomorfas, tubiformes, casi sésiles. **Sépalos** de 1.6-1.8 cm largo, 5.0-6.0 mm ancho, elípticos, ápice agudo a redondeado, verdes, a veces con tintes púrpuras, glabros, los 2 posteriores carinados y ligeramente connatos en la base. **Pétalos** 3.1-3.5 cm largo, 5.5-6.0 mm ancho, oblanceolados, ápice agudo, morado claros. **Estambres** desiguales, más largos que los pétalos, filamentos 3.6-3.7 cm largo, filiformes con base blanca y ápice aplanado, morado claro. **Anteras** de 3.0-3.5 mm largo, oblongas, amarillas. **Ovario** de 7.0 mm largo, de 2.5 mm diámetro, elipsoidal, verde. **Estilo** de 3.0 cm largo, filiforme, blanco. **Estigma** blanco. **Cápsulas** 3.5-3.7 cm largo, 4.0-5.0 mm diámetro, fusiformes, rostradas, verdes. **Semillas** de 3.5 mm largo, fusiformes, pardo-rojizas, con apéndice de 2.5 cm largo.



Figuras 12 *Tillandsia polystachya* izquierda planta completa, derecha detalle de la flor

Distribución. Estados Unidos a Sudamérica, incluyendo las Antillas. En México se conoce de los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

Para el Centro del Estado de Veracruz, se conoce en los municipios de Actopan, Alto Lucero, Amatlán de los Reyes, Coatepec, Córdoba, Emiliano Zapata, Hidalgotitlan, Iztaczotitlan, Jalcomulco, Jesús Carranza, Jilotepec, Maltrata, Puente Nacional, Xalapa, Naolinco, Paso de ovejas, Tenampa, Tezonapa, Totutla.

El nombre *Tillandsia polystachia* (L.) L. ha sido aceptado en las siguientes publicaciones (<http://www.theplantlist.org/> y <http://apps.kew.org/> consultado en septiembre del 2016).

- Govaerts R. 2004. World Checklist of Monocotyledons Database in ACCESS: 1-54382. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew.
- Pulido-Esparza VA, López-Ferrari AR y Espejo-Serna A. 2004. Flora Bromeliológica del estado de Guerrero, México: riqueza y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **75**: 55-104.
- Acevedo-Rodríguez P y Strong MT. 2005. Monocotyledons and Gymnosperms of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Contributions from the United States National Herbarium* **52**: 1-415.
- Espejo-Serna A y López-Ferrari AR. 2005. Bromeliaceae. *Flora de Veracruz* **136**: 1-307. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz.
- Versieux LM y Wendt T. 2006. Checklist of Bromeliaceae of Minas Gerais, Brazil, with notes on taxonomy and endemism. *Selbyana* **27**: 107-146.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Martínez-Correa N y Pulido-Esparza VA. 2007. Bromeliad flora of Oaxaca, Mexico: richness and distribution. *Acta Botanica Mexicana* **81**: 71-147. Instituto de Ecología A.C.
- Nelson Sutherland CH. 2008. *Catálogo de las plantas vasculares de Honduras. Espermatofitas*: 1-1576. Tegucigalpa, Honduras. SERNA/Guaymuras..
- Hokche O, Berry PE y Huber O (eds.). 2008. *Nuevo Catálogo de la Flora Vasculare de Venezuela*: 1-859. Fundación Instituto Botánico de Venezuela.
- Martinelli G, Magalhães Vieira C, Gonzalez M, Leitman P, Piratininga A, Ferreira da Costa A y Campostrini Forzza R. 2008. Bromeliaceae da Mata Atlântica Brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. *Rodriguésia; Revista do Instituto de Biologia Vegetal, Jardim Botânico e Estação Biológica do Itatiaia* **59**: 209-258.
- Idárraga-Piedrahita A, Ortiz RDC, Callejas Posada R y Merello M (eds.). 2011. *Flora de Antioquia: Catálogo de las Plantas Vasculares 2*: 1-939. Medellín. Universidad de Antioquia.
- Acevedo-Rodríguez P y Strong MT. 2012. Catalogue of seed plants of the West Indies. *Smithsonian Contributions to Botany* **98**: 1-1192.

En el Centro del Estado de Veracruz las especies simpátricas con las que se regularmente se confunde *Tillandsia polystachia* son: *T. balbisiana*, *T. belloensis* y *T. variabilis*.

***Tillandsia balbisiana* Schult. & Schult. f., Syst. veg. 7: 1212. 1830.**

Tipo: Jamaica, in locis sylvaticis Jamaicae in arborum truncis, C. Bertero s. n. (Holotipo: TO foto!).

Sinonimia: *Tillandsia urbaniana* Wittm.

Especie de muy amplia distribución en México y Centroamérica y muy variable en tamaño y coloración. En Veracruz parece ser poco abundante dadas las escasas colectas provenientes del estado.

Distribución. Sureste de los Estados Unidos, México (Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán), Centroamérica, Las Antillas, Venezuela y Colombia.

Para el Centro del estado de Veracruz se conoce de los municipios de Actopan, Totutla, Emiliano Zapata.

Altitud. 0-1300 msnm.

Tipos de vegetación. Selva baja perennifolia; popal; selva baja caducifolia; bosque caducifolio y vegetación secundaria derivada.

Floración. Julio-septiembre.

Esta especie se confunde regularmente con *T. polystachia*, se diferencian fácilmente ya que *T. balbisiana* forma un bulbo con las vainas en la base de la roseta.

***Tillandsia belloensis* W. Weber, Feddes Repert. 94: 602, fig. 5. 1983.**

Tipo: México, Chiapas, inter Monte Bello et San Cristóbal, R. Ehlers s.n. sub W. Weber 486 (Holotipo: HAL).

Distribución. Endémica de México (Chiapas y Veracruz)

Altitud. 1,100-1,800 m snm.

Tipos de vegetación. Bosque caducifolio; bosque mesófilo de montaña y cafetales derivados.

Floración. Abril-julio.

“Este taxón se confunde frecuentemente con *T. polystachia* (L.) L., especie de la que se diferencia por tener las vainas de las brácteas primarias inferiores iguales o más largas que las espigas, las cuales son además, más anchas” (Espejo *et al.*, 2005).

***Tillandsia variabilis* Schltdl., Linnaea 18: 418. 1845 "1844".**

Tipo: México, Veracruz, pr. Papantla in arboribus, I.1929, C. Schiede 1003 (Lectotipo [W. Weber, 1984]: HAL (2).

Distribución. México (Campeche, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz) Centroamérica y Venezuela.

Altitud. 100-700 (-1,170) msnm.

Tipos de vegetación. Selva alta perennifolia; selva de lauráceas; selva mediana subperennifolia y vegetación riparia.

Floración. Octubre-marzo.

“Esta especie a menudo se encuentra en las colecciones erróneamente identificada como *T. polystachia*, sin embargo es claramente distinguible de esta última por el número y el tamaño de las espigas, por el tamaño de las brácteas primarias y de los sépalos y porque las plantas de *T. variabilis* son de color verde oscuro” (Espejo *et al.*, 2005).

3.4.3 Revisión de herbario

Se analizaron las colectas de *Tillandsia polystachia* depositadas en los siguientes herbarios: Herbario Hortorio del Colegio de Postgraduados, campus Montecillo CHAPA. Herbario nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México MEXU. Herbario del Instituto de Ecología A.C. XAL. Herbario de la Universidad Autónoma de México campus Iztapalapa UAMI. Herbario de la Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias de la Universidad Veracruzana, campus Córdoba CORU. Y Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana, campus Xalapa XALU.

Se obtuvieron datos de los ejemplares determinados con información geográfica adecuada, y acerca de los principales colectores, sitios de colecta, años de colecta, así como toda la información que sea de útil para conocer el estado de la información disponible para del grupo.

3.4.4 Colectas sistemáticas

Con base en el análisis de los trabajos y colectas botánicas realizadas y registradas en el Centro del estado de Veracruz se determinaron las regiones de mayor interés florístico y ecológico. Ya establecidas las regiones de colecta se realizaron recorridos periódicos y colectas sistemáticas en dichas zonas.

Se determino en cuales de las regiones se han colectado las especies del género *Tillandsia* así como las regiones en dónde no existe información para dichas especies. Las regiones menos estudiadas fueron exploradas con la finalidad de generar nuevos registros sobre la distribución del género *Tillandsia* en el Centro del estado de Veracruz.

Se hicieron recorridos y colectas sistemáticas a lo largo de la zona Centro del estado, en promedio una visita cada mes, durante el periodo que comprende de diciembre del 2013 a diciembre del 2015. Se obtuvieron ejemplares de herbario y georeferencias de las poblaciones e individuos encontrados. Las zonas de colecta serán establecidas dentro de las regiones menos exploradas del estado así como en las regiones en las que se ha registrado mayor presencia de individuos del género.

El método de muestreo fue dirigido en cuanto a la regionalización de las colectas, tratando de abarcar las distintas variaciones climáticas y ambientales existentes dentro del área de distribución de *Tillandsia* en la zona de estudio.

Con base en lo establecido al realizar el cálculo de tamaño de muestra se determinó que 60 OTU's arrojaron un error máximo del 12.7% con un 95% de confiabilidad. Debido a que el tamaño real de la población es desconocido también lo es la varianza del mismo, el esquema de muestreo se ajustó a las posibilidades temporales y económicas del investigador, limitándose a obtener muestras que buscan abarcar en medida de lo posible la gama de ambientes donde se distribuye este taxón, se busca obtener información específica de las distintas expresiones fenotípicas de la especie en la zona de estudio.

Debido a la complejidad de este problema taxonómico se realiza un estudio de su variabilidad a escala local, en una región que se caracteriza por presentar una gama de variaciones ambientales, que van desde la elevación y topografía, hasta el clima y tipo de vegetación, además de presentar diversos tipos de uso de suelo, por lo que dicha región funciona como un buen modelo para estudiar la variación fenológica de este taxón.

Las poblaciones de *Tillandsia polystachia* son amplias, pero fragmentadas, se buscó obtener material de regiones con las distintas condiciones ambientales dentro del área de estudio. (Cada párrafo debe ser de al menos 3 renglones. Esto lo pegaría al párrafo de arriba o al de abajo)

La selección de los ejemplares fue al azar basado en la metodología básica para colecta de plantas vasculares propuesta por Lot y Chiang (1986) considerando como adecuados aquellos ejemplares que contaran con flores o frutos en su defecto.

Los caracteres medidos en cada unidad de muestra fueron seleccionados con base en lo encontrado en la literatura especializada en *Tillandsia*.

Debido a la distribución natural de las poblaciones naturales de *Tillandsia polystachia* la cual no es homogénea se realizó un diseño de muestreo totalmente al azar, en donde cada colecta u OTU es considerada como un tratamiento (un total de 60 tratamientos), para cada tratamiento se tomaron datos de 61 variables antes mencionadas, con esto se busca representar la variabilidad morfológica cualitativa y cuantitativa de este taxón dentro del área de estudio.

3.4.5 Manejo de los ejemplares

Se colectaron ejemplares en campo, procurando la presencia de flores o frutos en su defecto., Se tomarán fotografías y datos en campo. Los ejemplares colectados fueron prensados en campo. Posteriormente se llevaron a secadoras de plantas del Herbario Hortorio CHAPA en donde fueron secadas y fumigadas por medio de congelación. Finalmente se incluyeron las etiquetas de herbario correspondientes para cada ejemplar, los cuales fueron depositados en el herbario CHAPA.

3.4.6 Análisis de los caracteres utilizados para la clasificación de *Tillandsia polystachia*

Se analizaron los caracteres utilizados por las principales autoridades taxonómicas para la determinación taxonómica de *Tillandsia polystachia*, así como también las descripciones hechas para las especies morfológicamente cercanas: *T. belloensis*, *T. balbisiana* y *T. variabilis*.

Para la selección de caracteres y estados de caracteres se utilizan las siguientes publicaciones:

- *Flora Neo trópica* **14** Tillandsioideae (Bromeliaceae). Smith L B y R J Downs. 1977.
- A systematic study of *Tillandsia* subgenus *Tillandsia*. Tesis doctoral. Gardner C S. 1982.
- *Flora Mesoamericana*, tomo VI de Alismataceae a Cyperaceae, No. 256 Bromeliaceae, 5. *Tillandsia* por J F Utley., 1994.
- *Flora de Veracruz*, fascículo 136 Bromeliaceae, Espejo et al. 2004.
- *Flora del bajío y regiones adyacentes*, fascículo 165, Bromeliaceae, Espejo et al. 2010.
- *Guía de Reconocimiento del Género Tillandsia de Guatemala*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP, 2010.
- *Flora del Valle de Tehuacán*, fascículo 122, Bromeliaceae, Espejo-Serna y López Ferrari. 2014. Se identificaron un total de 55 caracteres morfológicos de los cuales 26 corresponden a caracteres cuantitativos y 29 a caracteres cualitativos.

3.4.7 Selección de caracteres

Con base en las publicaciones más recientes y el análisis del material colectado en campo, se identificaron y seleccionaron estructuras determinantes para la clasificación de las especies, procurando utilizar caracteres comunes y/o constantes que sean prácticos para su utilización en campo y en herbario y que puedan servir como base para su clasificación en la región. La practicidad deberá estar enfocada en cubrir las necesidades del grupo en la zona de estudio, es por esto que algunos de los caracteres utilizados en este estudio serán de índole geográfica o ambiental.

Se utilizaron 27 caracteres morfológicos cuantitativos continuos, 29 caracteres cualitativos codificados en presencia-ausencia, 5 caracteres geográficos y ambientales. Dando un total de 61 caracteres. Se aplicó una formula básica para cálculo de error de muestro para poblaciones infinitas (Aguilar-Barojas, 2005).

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2}$$

$$60 = \frac{\infty^2 0.5 * 0.5}{0.05^2}$$

Para este estudio se realizó un muestreo de 60 individuos, lo que corresponde con los siguientes valores de confianza del 95% y un error máximo esperado de 12.7%.

Las escalas de medición utilizadas fueron las siguientes:

Datos cuantitativos morfométricos: las mediciones para las diversas estructuras fueron registradas en centímetros.

Datos cualitativos o comparativos: la codificación de estos caracteres fue en doble estado, presencia y ausencia, estados excluyentes.

Cuadro 10. Caracteres Cualitativos y cuantitativos utilizados en el análisis fenético de *Tillandsia polystachia*

Caracteres cualitativos medidos en centímetros	Caracteres cuantitativos categorizados en ausencia 0 y presencia 1
Solitarias	Planta en flor
Acaules	Roseta diámetro
Hojas numerosas	Vainas largo
Roseta tipo tanque	Vainas ancho
Vainas oblongas/elípticas	Láminas largo
Vainas indiferenciadas de la lámina	Láminas ancho
Láminas triangulares	Espigas largo

Ápice alargado	Espigas ancho
Revolutas/onduladas	Pedúnculo largo
Inflorescencia erecta	Pedúnculo diámetro
1 compuesta	Brácteas pedúnculo largo
Espigas ascendentes	Brácteas primarias largo
Espigas difusas	Brácteas florales largo
Teretes/aplanadas	Brácteas florales ancho
Pedúnculo cubierto	Sépalos largo
Brácteas del pedúnculo foliáceas	Sépalos ancho
Brácteas 1° similares a las de pedúnculo	Pétalos largo
Brácteas florales imbricadas	Pétalos ancho
Brácteas florales más largas que entrenudos	Filamentos largo
Brácteas florales oblongo elípticas	Estilo largo
Vaina clara abaxialmente	Cápsula largo
Vaina parda adaxialmente	Cápsula diámetro
Lamina verde	Semilla largo
Brácteas del pedúnculo verdes	Semilla y coma largo
Brácteas florales verdes	Número de flores
Sépalos verde/ verde con tintes morados	Número de espigas
Pétalos morado claro	
Filamento blanco	
Estigma blanco	

3.4.8 Caracteres geográficos y/o ambientales

Como resultado del trabajo de campo y de las revisiones de herbario se generaron datos geográficos, y sobre las condiciones más básicas del ambiente en donde ocurrieron nuestros registros, estos datos se utilizaron como parte de las variables del análisis fenético y el análisis de distribución real y potencial de la especie. Se tomaron datos de ubicación como son: longitud, latitud y elevación, así como datos ambientales precipitación media anual y temperatura media anual.

3.4.9 Análisis fenético

Las relaciones fenéticas o de similitud se basan en el parecido entre los organismos sin considerar el proceso genealógico por el cual aparecieron esas propiedades. Estas relaciones se expresan como proporción de las similitudes y diferencias existentes entre los organismos (Crisci y López, 1983).

Debido a la naturaleza de los datos se utilizaron dos tipos de análisis estadístico, los datos se dividieron en dos categorías en cualitativos y cuantitativos, se busca que los análisis realizados arrojen resultados similares.

Los datos morfo métricos fueron analizados para conocer la correlación existente entre ellos mediante la matriz de correlación de Pearson, se determinó que varias combinaciones de variables estaban significativamente correlacionadas y otras más correlacionadas, fueron muy pocas las combinaciones de variables independientes. Esto justifica el uso de un análisis de componentes principales PCA. Mediante el análisis de PCA podemos observar la distribución de los datos y además podremos identificar cuáles de las variables medidas son más significativas. Estas características poseen mayor peso taxonómico y pueden servir para generar claves de identificación y/o para establecer los límites de la expresión fenotípica de esta especie en la zona de estudio.

Los datos cualitativos o comparativos, están codificados de manera excluyente en presencia (1) y ausencia (0), para este conjunto de datos se propone realizar un análisis de conglomerados para determinar las similitudes entre OTU's, y generar un fenograma que sea comparable con los grupos arrojados en el análisis PCA. Como grupos externos se tomaron las características mencionadas en la bibliografía para las cuatro especies más afines y simpátricas en el área de estudio, con las que suele o podría llegar a ser confundida la especie *Tillandsia polystachia*. Las especies utilizadas como grupos externos son: *T. belloensis*, *T. balbisiana*, *T. variabilis* y *T. foliosa*.

Elección de las OTU: Las unidades operacionales taxonómicas elegidas son 60 colectas de ejemplares de *Tillandsia polystachia* realizadas en la zona Centro del Estado de Veracruz. Se tomaron datos correspondientes a cada ejemplar colectado.

Selección de los caracteres: Para cada OTU se registraron 55 caracteres (26 morfométricos cuantitativos y 29 comparativos cualitativos). De los 26 caracteres morfológicos, 14 corresponden a las partes vegetativas y 12 a la partes reproductivas (8 de flores y 4 de fruto). Los 29 caracteres cualitativos son doble estado o excluyentes (presencia/ausencia).

En el análisis fenético modificado del método propuesto por Rohlf (1993) se incluyeron 60 taxa y 55 caracteres y se llevó a cabo con los programas Minitab 15, SAS University edition e Infostat 2017. El análisis de conglomerados fue calculado usando el Coeficiente de Correlación de Pearson en infostat 2017 (Sneath y Sokal, 1973).

Complementariamente, se utilizarán ejemplares de *Tillandisa belloensis*, *T. balbisiana* y *T. variabilis* como grupos externos, en dichas muestras serán considerados los mismos 55 caracteres utilizados para *T. polystachia*.

El análisis de ordenación se realizó mediante análisis de componentes principales (PCA), usando una matriz de correlación entre caracteres.

3.4.10 Análisis de datos geográficos de distribución real y potencial

Los datos geográficos obtenidos mediante el trabajo de campo y la revisión de herbarios fueron utilizados para generar un análisis de distribución real y potencial utilizando el software Maxent versión 5.1.0. Se utilizaron las variables climáticas precipitación media anual y temperatura media anual obtenidas de la base de datos INEGI y otras 19 variables climáticas y ambientales fueron

obtenidas mediante el recorte de capas vectoriales obtenidas de World Clim (www.worldclim.org) mediante el uso del software Qgis versión 3.14.

3. 5 Resultados

Mediante el análisis PCA determino que con seis componentes principales se obtiene un acumulando más del 75% de la variación del grupo.

Las variables más informativas que explican los componentes principales uno y dos son las siguientes:

CPA1: Diámetro del pedúnculo (76%), Ancho de la vaina (74%), Pedúnculo largo (74%), Vainas largo (72%), Brácteas primarias largo (68%), Brácteas florales largo (68%).

CPA2: Longitud de la planta en flor (74%), Roseta diámetro (71%), Brácteas del pedúnculo (67%), Brácteas florales ancho (53%), Pedúnculo largo (23%), Láminas largo (22%).

Con base en los resultados arrojados mediante el análisis PCA y el análisis de conglomerados, podemos observar que existen ejemplares que se alejan de la distribución general de la población, pero no forman grupos cohesivos entre sí, más bien se presentan como eventos aislados.

El valor de la relación de cofenética fue = 0.659, lo que indica alta variabilidad de los caracteres analizados dentro de la muestra, y comprueba que no existen grupos cohesivos a pesar de la alta correlación entre variables y la alta variabilidad.

Se encontraron similitudes considerables entre el análisis PCA y el análisis de conglomerados, a pesar de ser muy difusos, se pueden encontrar tres pequeños grupos satélite, el más importante se establece en el plano X negativo, Y negativo, y corresponde con ocho ejemplares.

Los grupos satélite se pueden dividir por su cercanía en los siguientes grupos, presentados en la siguiente gráfica:

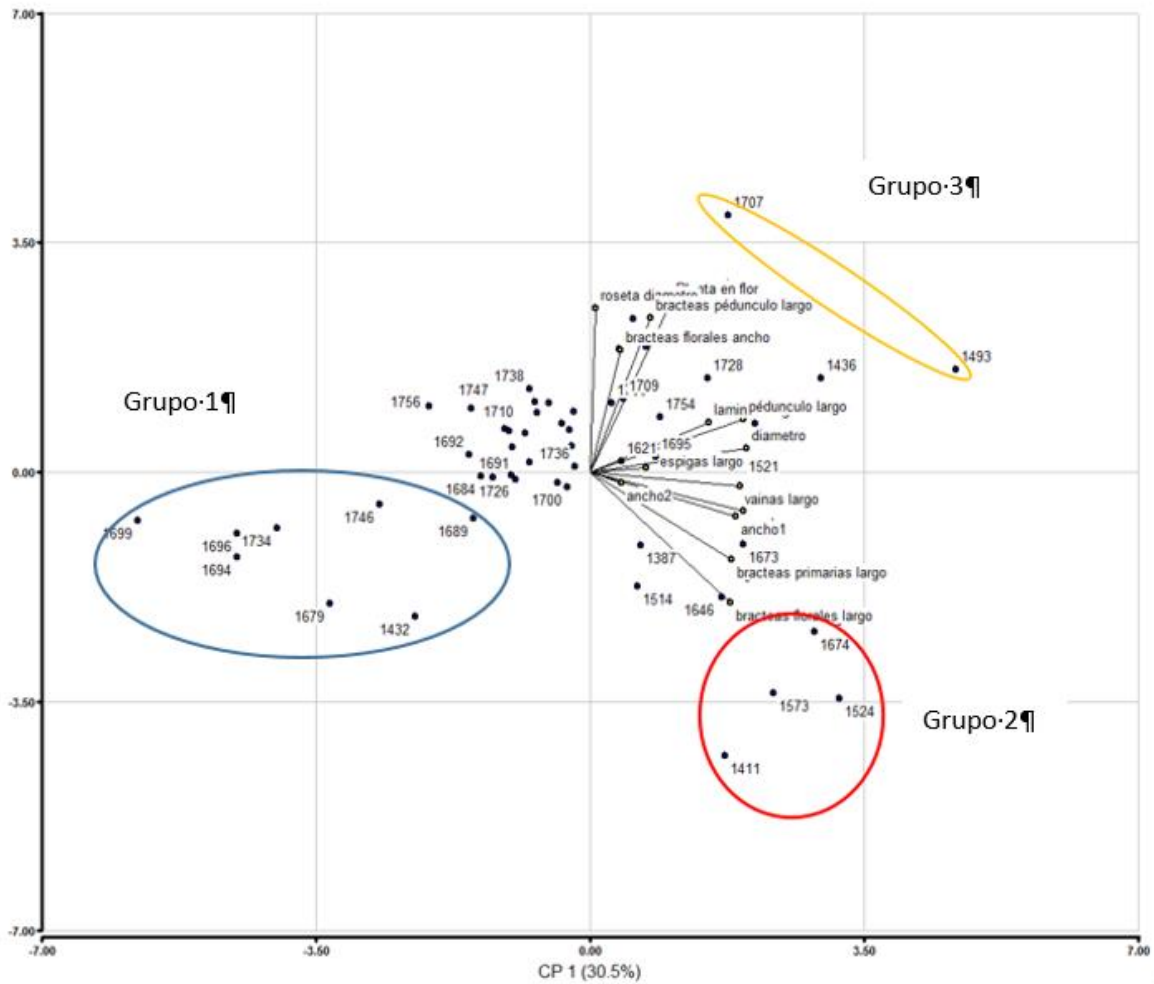


Figura 13. Gráfica de dispersión para el análisis fenético de *Tillandsia polystachia*

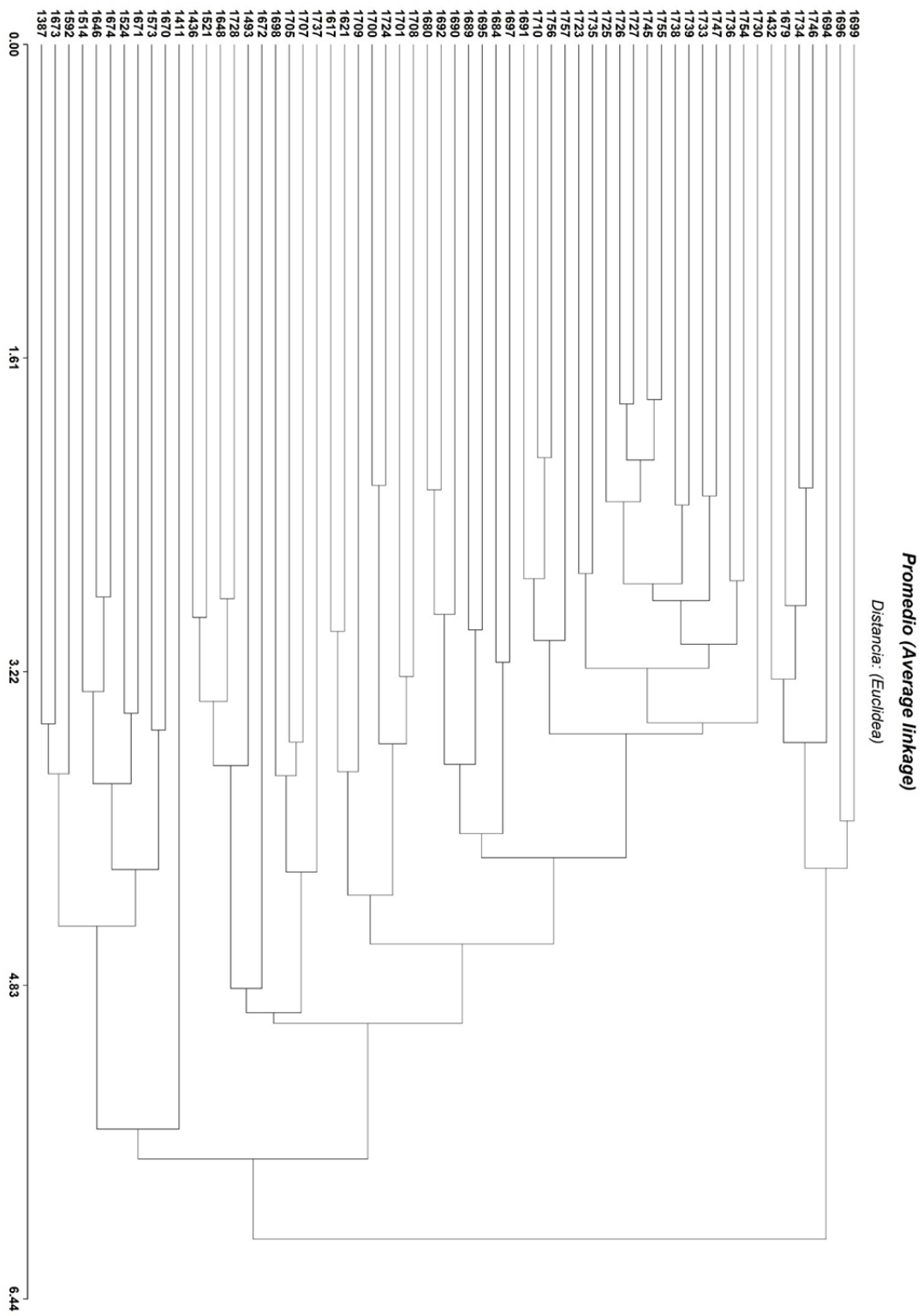


Figura 14. Fenograma generado del análisis de componentes principales de *T. polystachia*

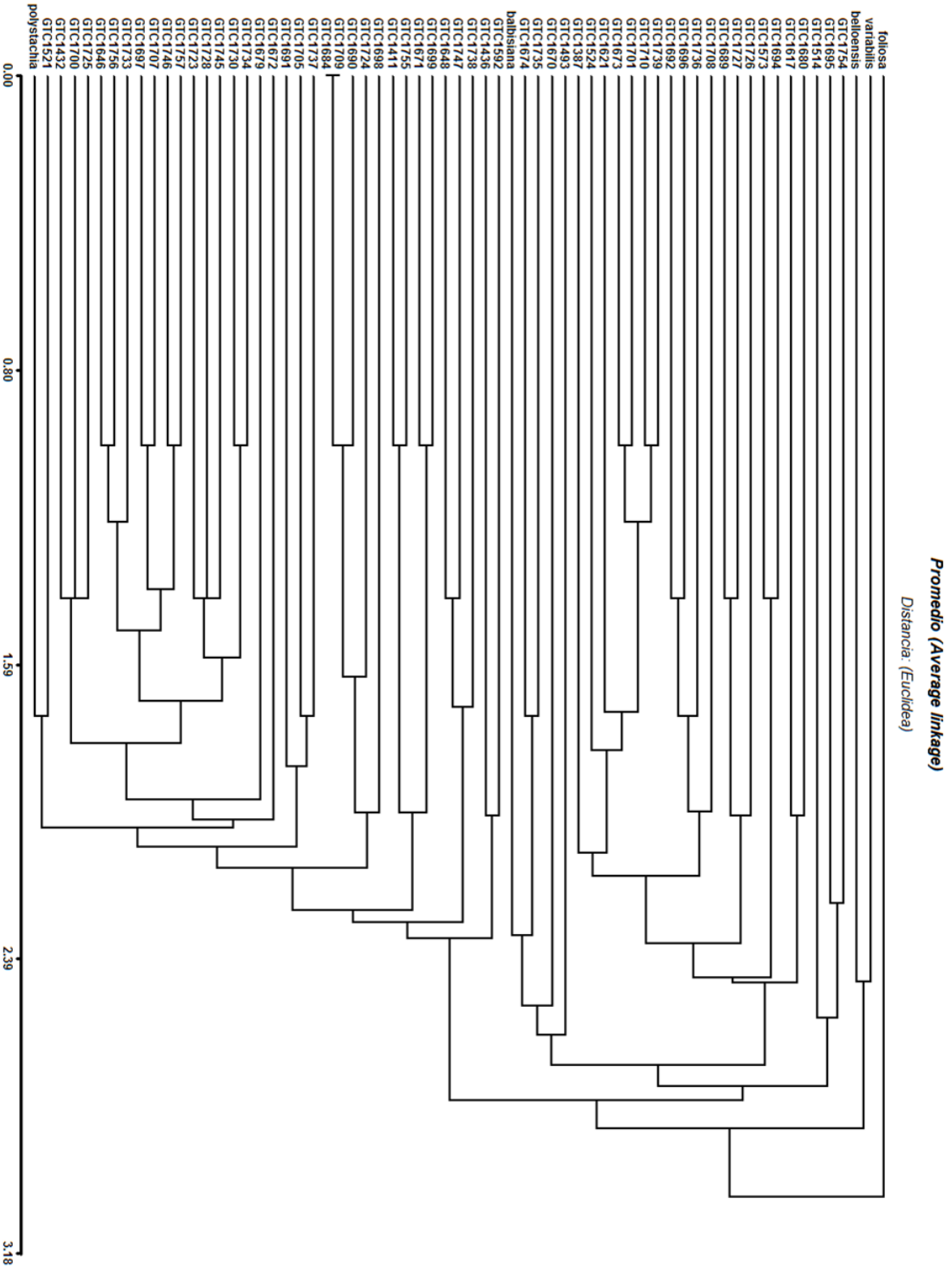


Figura 15. Fenograma generado del análisis de conglomerados de *T. polystachia*

Grupo 1

Incluye ocho ejemplares: (1699, 1696, 1694, 1734, 1679, 1746, 1432 y 1689)

Grupo 2

Incluye cuatro ejemplares (1674, 1573, 1524 y 1411)

Grupo 3

Incluye solo dos ejemplares (1707 y 1493)

3.5.1 Distribución real y potencial

Como resultado del trabajo de campo se generaron 60 registros de presencia para *Tillandsia polistachia* en el Centro de Estado de Veracruz y además se incluyeron datos de 87 ejemplares de herbario colectados en el estado y con información geográfica adecuada. Con estos datos de presencia se genera el mapa de distribución real de *T. polistachia* en Veracruz (Figura 17).

Debido a la incertidumbre sobre la información geográfica presente en los ejemplares de herbario y considerando que algunos de ellos tienen más de 40 años de haber sido colectados; sólo fueron considerados para el análisis de distribución real y potencial los datos obtenidos durante los recorridos de campo de este estudio, tomando en cuenta los cambios en la cobertura vegetal, el cambio de uso de suelo y la rápida variación climática y ambiental presente en el estado de Veracruz.

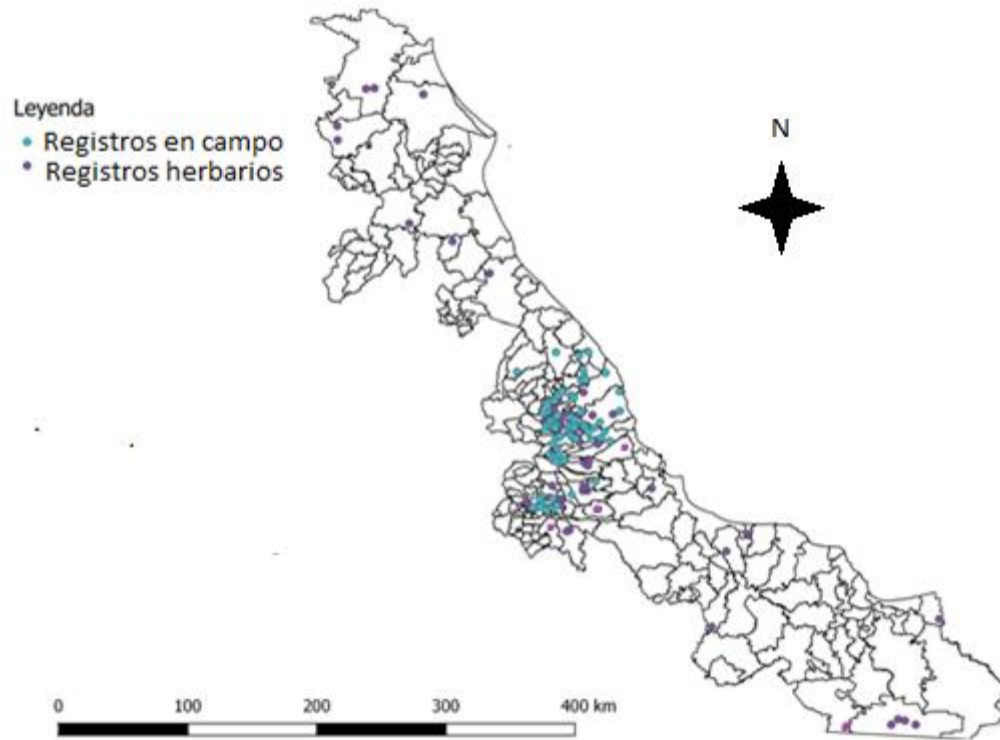


Figura 16. Distribución real de *Tillandsia polystachia*, obtenida mediante trabajo de campo y revisiones de herbario

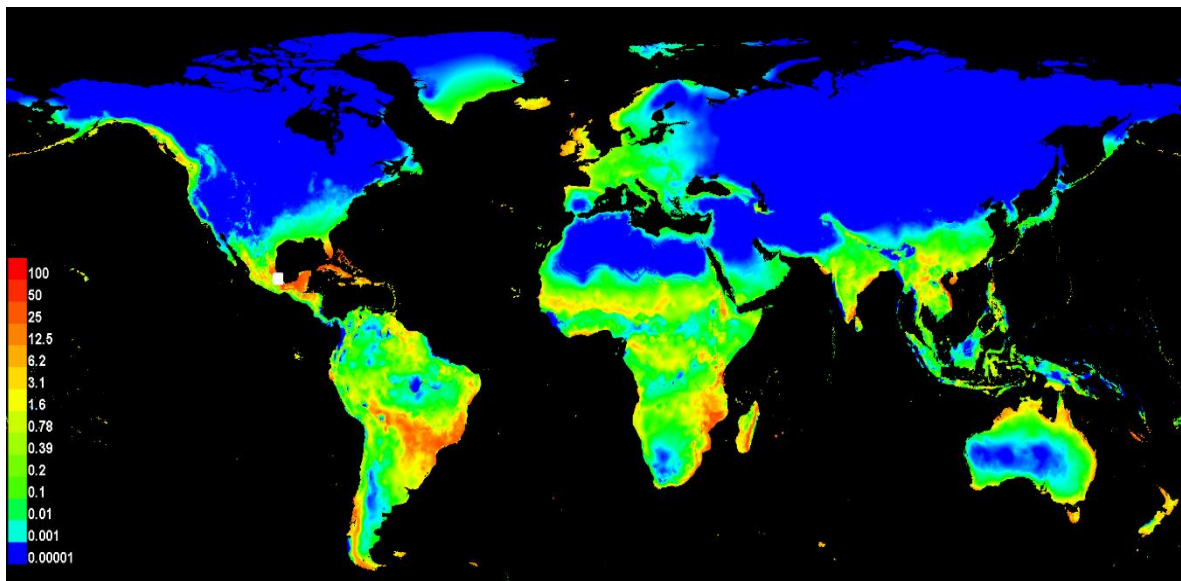


Figura 17. Distribución real y potencial de *Tillandsia polystachia* a nivel mundial, elaborado con Maxent 5.0.1

La distribución potencial corresponde con la distribución actualmente conocida para la especie en América. Existen regiones en otros continentes con similitudes climáticas, pero la distribución de *Tillandsia polystachia* y en general para el género *Tillandsia* es exclusiva de América, el océano representa una barrera geográfica limitante para este taxón.

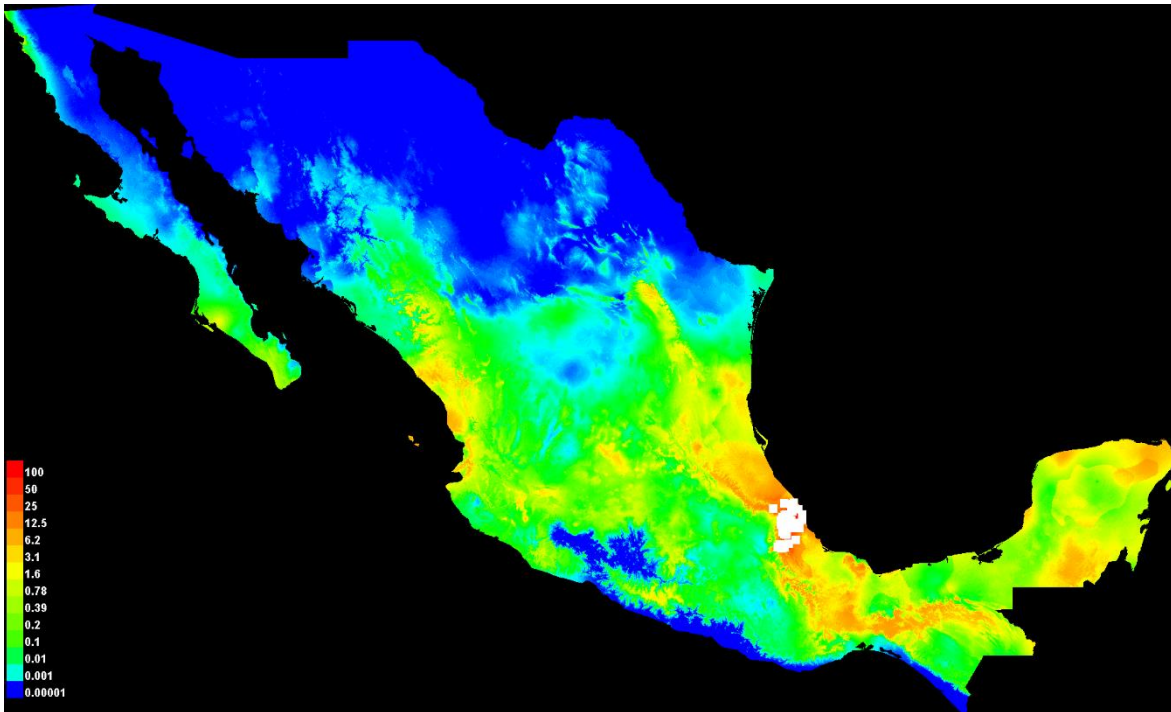


Figura 18. Distribución real y potencial de *Tillandsia polystachia* en México, elaborado con Maxent 5.0.1

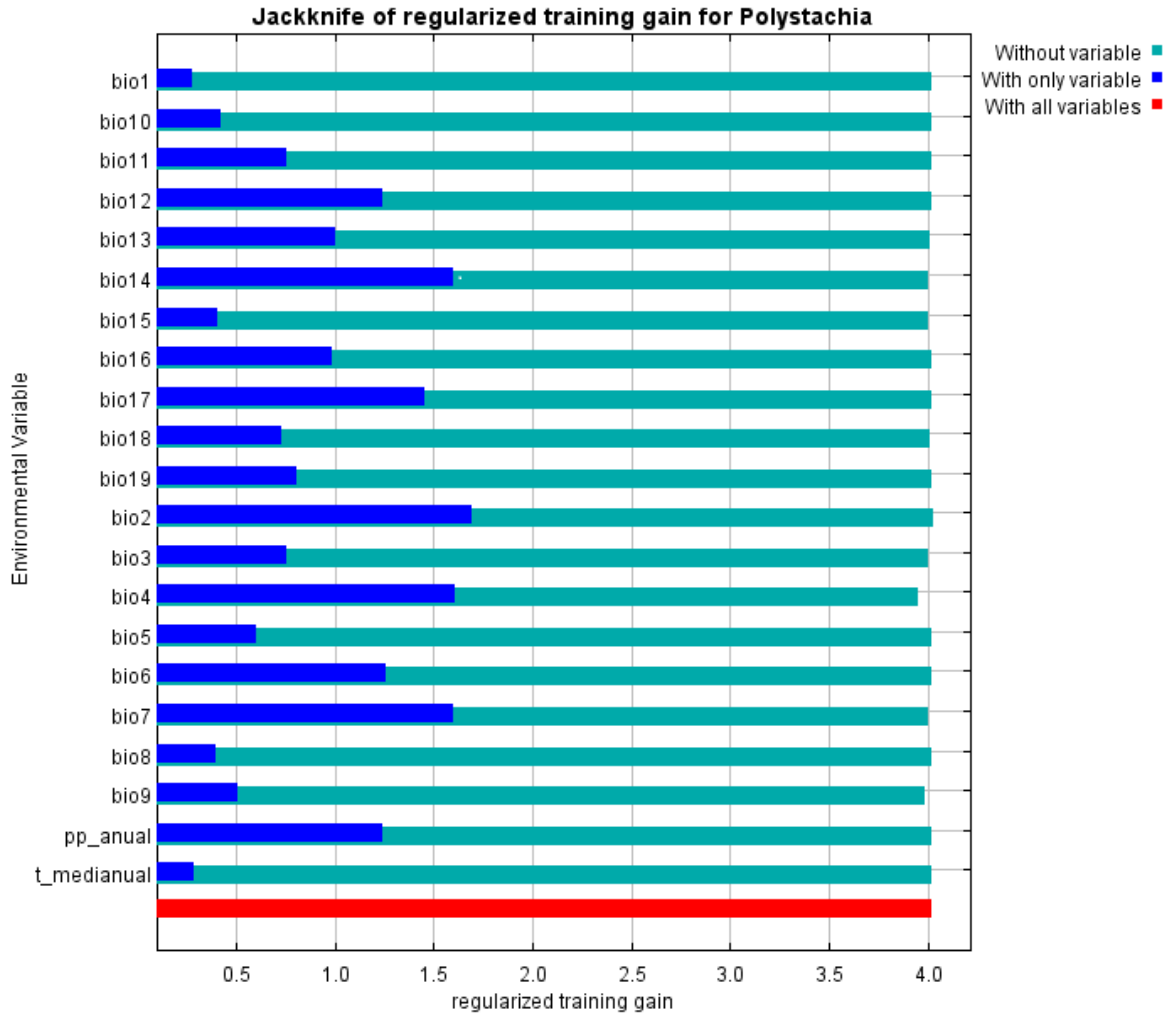


Figura 19. Aporte de cada variable al modelo de distribución real y potencial de *Tillandsia polystachia* en el Centro del estado de Veracruz

3.7 Discusión

Para las colectas de *Tillandsia* del Centro de Veracruz, es común encontrar confusiones en la determinación de especie entre *Tillandsia polystachia*, *T. balbisiana*, *T. belloensis* y *T. variabili*, es común encontrar en los herbarios ejemplares mal identificados, con muchas correcciones nomenclaturales o consideradas como ejemplares dudosos.

Estas especies además de ser compatibles para la generación de híbridos presentan numerosas similitudes morfológicas. En el caso de *Tillandsia polystachia* gracias a su gran plasticidad desarrolla individuos cercanos a las especies simpátricas afines tanto en tamaño, forma, tonalidades y fenología, como resultado de los siguientes factores:

1. La alta plasticidad de estas especies genera eventos fenotípicos que pueden dar como resultado individuos con estructuras ampliamente modificadas con respecto al ejemplar tipo, llegando en ocasiones a coincidir morfológicamente en diversas estructuras entre especies distintas.
2. La hibridación es un fenómeno recurrente entre individuos simpátricos de estas especies.
3. Los caracteres utilizados en los sistemas de clasificación disponibles para las especies de *Tillandsia* del Centro del estado de Veracruz en algunas ocasiones no son suficientes o no aplican para identificar las diferencias dentro de este conjunto de especies.

Estas especies comparten las características fenológicas y ambientales antes mencionadas, además de características morfológicas florales tales como: presencia de flores con pétalos de 30 a 50 mm de longitud y coloración blanca, violácea o mixta, filamentos excertos a la apertura de la corola, con anteras móviles, producción de néctar en la base del ovario, estigmas trilobados del tipo conduplicado espiral (Gardner, 1986 y Brown *et al.*, 1989), floraciones traslapadas (Toledo-Aceves *et al.*, 2012). Además, las poblaciones de estas especies presentan una distribución simpátrica en varias regiones de la zona de estudio, lo que aunado al potencial de sincronía fenológica aumenta ampliamente las posibilidades de hibridación entre *T. polystachia* y sus especies simpátricas afines *T. balbisiana*, *T. belloensis* y *T. variabilis*.

Los grupos arrojados mediante los análisis multivariados son consistentes para los dos tipos de análisis (Componentes principales y Conglomerados), se encuentran distantes del concentrado central de la población, pero con una gama de ejemplares intermedios entre ellas y la región de mayor ocurrencia durante el estudio. Esto indica que probablemente existe un flujo genético entre estos individuos, y que las diferencias morfológicas no representan por lo tanto una barrera reproductiva.

También podría indicar la segregación de individuos, por radiación adaptativa, y podría estar relacionada no sólo con la plasticidad de la especie sino también con el potencial de hibridación de la misma. Hace falta revisar las correlaciones canónicas derivadas de los sitios de presencia y las características ambientales de los sitios donde estos ejemplares presentan morfología fuera del promedio de la muestra.

Por otro lado, la amplia variabilidad morfológica que se observó en el estudio de conglomerados para *Tillandsia polystachia* comparte caracteres presentes registrados para *T. balbisiana*, especie que se ubica al centro del fenograma en el análisis de conglomerados. Los otros grupos externos se presentan en grupos separados de la población de estudio.

Ejemplares examinados (CHAPA)

GTC1387	GTC1411	GTC1432	GTC1436	GTC1493	GTC1514
GTC1521	GTC1524	GTC1573	GTC1592	GTC1617	GTC1621
GTC1646	GTC1648	GTC1670	GTC1671	GTC1672	GTC1673
GTC1674	GTC1679	GTC1680	GTC1684	GTC1689	GTC1690
GTC1691	GTC1692	GTC1694	GTC1695	GTC1696	GTC1697
GTC1698	GTC1699	GTC1700	GTC1701	GTC1705	GTC1707
GTC1708	GTC1709	GTC1710	GTC1723	GTC1724	GTC1725
GTC1726	GTC1727	GTC1728	GTC1730	GTC1733	GTC1734
GTC1735	GTC1736	GTC1737	GTC1738	GTC1739	GTC1745
GTC1746	GTC1747	GTC1754	GTC1755	GTC1756	GTC1757

3.8 Literatura citada

- Espejo-Serna A. 2002. Viridantha, un género nuevo de Bromeliaceae (Tillandsioideae) endémico de México. *Acta Botanica Mexicana* **60**:25-35.
- Espejo Serna A. 2012. El Endemismo en las Liliopsida Mexicanas. *Acta Botanica Mexicana* **100**:195-257.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Ramírez-Morillo I, Holst BK, Luther HE y Till W. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with Notes on Species Distribution and Levels of Endemism. *Selbyana* **25**:33–86.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR y Ramírez-Morillo I. 2005. *Bromeliaceae. Flora de Veracruz*, fascículo 136. Instituto de Ecología y University of California-Riverside. 307 pp.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Martínez-Correa N y Pulido-Esparza VA. 2007. Bromeliad Flora of Oaxaca, Mexico: Richness and Distribution. *Acta Botanica Mexicana* **81**:71-147.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR y Ramírez-Morillo I. 2010. *Bromeliaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Fascículo 165, Pátzcuaro, Michoacán. Instituto de Ecología,
- Gardner CS. 1982. *A systematic study of Tillandsia subgenus Tillandsia*. Ph. D. thesis. Texas, A & M. University, College Station,
- Krömer T, Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Ehlers R y Lautner J. 2012. Taxonomic and nomenclatural status of the Mexican species in the *Tillandsia viridiflora* complex (Bromeliaceae). *Acta Botanica Mexicana* **99**:1-20.
- López-Ferrari AR y Espejo-Serna A. 2014. Bromeliaceae. En: *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 122. 142 pp.
- Luther HE. 2012. *An Alphabetical List of Bromeliad Binomials*. 13 ed. Marie Selby Botanical Gardens and Bromeliad Society International. 44 pp.
- Utlley JF. 1994. Bromeliaceae. En: Davidse, G., Sousa S., M. y Chater, A.O. Eds. *Flora Mesoamericana* **6**: 9-156.
- Véliz M. 2010. *Guía de reconocimiento del género Tillandsia de Guatemala*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas–CONAP. 112 pp.

Capitulo 3

4. Actualización del inventario florístico del género *Tillandsia* en el estado de Veracruz

4.1 Resumen

Se aumenta la diversidad florística conocida para el género *Tillandsia* en el estado de Veracruz en más de un 30%, previamente se tenían registradas 44 especies dentro del género para el estado (Espejo-Serna *et al.*, 2005, 2010 y Krömer *et al.*, 2012), mediante exploraciones de campo se aumenta la diversidad con cuatro nuevos registros de especies y un redescubrimiento (Torres-Cantú *et al.*, en prensa) así como nueve híbridos (Torres-Cantú *et al.*, enviado) lo que aumenta la diversidad conocida de *Tillandsia* para Veracruz, resultando en un total de 57 taxa subordinados dentro del género *Tillandsia*.

4.2 Abstract

The floristic diversity known for the *Tillandsia* genus in the state of Veracruz is increased by more than 30%, previously 44 species were registered within the genus for the state (Espejo-Serna *et al.*, 2005, 2010 and Krömer *et al.*, 2012), through field explorations diversity is increased with four new species records and a rediscovery (Torres-Cantú *et al.*, In press) as well as nine hybrids (Torres-Cantú *et al.*, Sent), which increases the known diversity of *Tillandsia* for Veracruz, resulting in a total of 57 subordinate taxa within the genus *Tillandsia*.

4.2 Introducción

Actualmente se conocen 44 especies de *Tillandsia* y por lo menos seis híbridos para la zona, del total de especies, 43 están mencionadas en el trabajo de Espejo-Serna et al. (2005), fascículo *Bromeliaceae para la flora de Veracruz*; una especie más *Tillandsia macropetala* fue reportada para el Centro del estado en el año 2010 por Krömer y compañía, en el municipio de Coatepec. Aparte de éste no se han generado nuevos reportes para la zona, a excepción del registro de presuntos híbridos mencionados por algunos autores para la zona como Smith y Downs (1977) quienes reportan cinco híbridos naturales entre las especies *Tillandsia polystachia*, *T. paucifolia* y *T. balbisiana* y Ramírez (2013) quien evalúa el potencial de generación de híbridos en bosques mesofilos perturbados del Centro del estado de Veracruz entre las especies *Tillandsia polystachia*, *T. juncea* y *T. variabilis*. Algunos determinados como tales en herbarios como los híbridos naturales de *Tillandsia polystachia* X *balbisiana*, *T. paucifolia* X *concolor*, entre otros muchas veces mal determinados o confundidos con alguno de sus parentales.

4.2.1 Antecedentes del género *Tillandsia* en Veracruz

El conocimiento taxonómico del género *Tillandsia* se remonta a la llegada de los primeros naturalistas europeos a América en el siglo XIX; muchas de estas plantas llevan los nombres de personajes de esa época como: Alexander Von Humboldt, Ferdinand Deppe, Mateo Botteri, Eugene Bourgeau, Augusto Ghiesbreg, entre otros, el estado de Veracruz fue una de las principales regiones de colecta de estos exploradores (Cházaro, 1992). Actualmente más de un tercio de las especies de *Tillandsias* conocidas para la entidad, están descritas en base a material vegetal proveniente de aquellas colectas (Utley, 1994 y Espejo-Serna, *et al.*, 2005).

Existen publicaciones antiguas para el grupo. La publicación original de la familia Bromeliaceae por Antoine Laurent Jussieu fue presentada en *Genera plantarum* en el año de 1789. El género *Tillandsia* es aún más antiguo que la familia a la que pertenece, su publicación original data de 1753 y fue presentado por Carl Von Linnaeus en su obra *Species plantarum* (Cronquist, 1981 y Utley *et al.*, 2009).

Después de las publicaciones originales de la Familia y el género, comenzaron a publicarse trabajos dirigidos a los coleccionistas y aficionados al cultivo de estas plantas en Europa y Estados Unidos; como el libro de John Gilbert Barker *Handbook of Bromeliaceae* publicado en Londres en 1889, donde el autor describe algunas especies actualmente vigentes, y presenta ilustraciones para las mismas y claves de identificación.

La mayoría de estos trabajos consisten en notas con información muy reducida y variable sobre una o algunas cuantas especies del género *Tillandsia*; como los trabajos de Baker (1888) o las notas de W. Trelease publicadas en Alemania en 1894, entre otros.

A partir de la segunda mitad del siglo XX se publican algunos trabajos científicos que abordan la taxonomía del grupo, uno de los más importantes de la segunda mitad del siglo XX fue el capítulo correspondiente a la subfamilia Tillandsioide dentro del proyecto *Flora Neotropica*, publicado por Smith y Downs (1977) en donde los autores presentan y reportan 402 especies para el género *Tillandsia*. Su trabajo incluye una clave de identificación basada en la morfología floral, así como ilustraciones y descripciones breves para todas las especies.

En el estudio doctoral de Sue Gardner (1982) titulado *A systematic study of Tillandsia subgenus Tillandsia*, la autora registra 269 especies para este subgénero, y propone un sistema de clasificación en grupos y subgrupos basados en características de los elementos florales.

Dentro del proyecto *Flora Mesoamericana* Jonh F. Utley (1994) presenta el capítulo designado para la familia Bromeliaceae, en el cual reconoce 93 especies para el género *Tillandsia*, el autor presenta pequeñas descripciones con notas sobre su distribución, así como una clave dicotómica para su identificación.

El grupo ha sufrido modificaciones fuertes en los últimos años, como en el caso de los géneros *Racinea* y *Viradantha*, cuyos integrantes anteriormente se consideraron dentro del género *Tillandsia*. *Racinea* M. A. Spencer y L. B. Sm. fue descrito y publicado por M. A. Spencer Y L. B. Smith en el año del 1993, dentro de la revista *Phytología*. Fue en el año de 2002 cuando A. Espejo-Serna describe el género *Viridantha* Espejo, como un nuevo grupo endémico de México, esto en el *Acta Botánica Mexicana*.

A nivel nacional se cuenta con diversos trabajos relacionados con *Tillandsia*, como el estudio presentado por García-Franco (1987) titulado *Las Bromeliaceas de México*; dicho estudio se compone de un listado general de la familia botánica, elaborado con base en revisiones de herbario y bibliográficas, el autor reporta más de 150 especies para el género *Tillandsia en México*.

Para 1994 Espejo-Serna y López-Ferrari publican *Las monocotiledóneas mexicanas*; los autores registraron 175 especies para el género *Tillandsia* en el país, dicha cifra vuelve a ser publicada por los autores en 1998 en su artículo *Conocimiento florístico y fitogeográfico de las bromeliáceas en México*.

En el año 2011 Mondragon y compañía presentan su trabajo *La familia Bromeliaceae en México*, como parte de los productos finales de la Red Bromeliaceae del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos SINAREFI, se presenta información breve y mapas de distribución por género, así como bibliografía de referencia y una lista de las especies protegidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2005.

A nivel nacional tenemos trabajos aislados en algunas regiones de la república, principalmente en el Estado de México, El Bajío, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, y la península de Yucatán. Algunos trabajos relevantes para el conocimiento actual del grupo en las entidades federativas son:

Los estudios de *Las Bromeliaceas* de E. Matuda (1979), dentro del proyecto Flora del estado de México de la Comisión Botánica Exploradora del Estado, en donde el autor menciona la presencia de 26 especies del género, y presenta descripciones de cada una.

Para 1988 Huidobro presenta su tesis profesional el género *Tillandsia* en el estado de México y reporta 33 especies, diez años más tarde M. Flores-Cruz presenta su trabajo tesis de maestría *Las bromelias del Estado de México* en donde presenta 33 especies para el género.

En el año 2004 Espejo-Serna y López-Ferrari presentan en el Acta Botánica Mexicana el trabajo titulado *Notas sobre la familia bromeliaceae en el valle de México*, el cual se compone de aclaraciones taxonomicas, así como claves dicotómicas para 13 especies.

En 1986, Magaña presenta su trabajo profesional *La familia Bromeliaceae en la Costa de Jalisco* en donde observó 17 especies del género *Tillandsia*. Tres años más tarde R. McVaugh registró 38 especies para *Tillandsia* dentro del proyecto *Flora Novogaliciana*.

Espejo-Serna y compañía en el año 2010 publican “*la familia Bromeliaceae*” como Fascículo 165 dentro del proyecto *Flora del bajío y regiones adyacentes*, en donde documentan la presencia de 31 especies del género en la región, incluyen claves de identificación, descripciones, mapas de distribución, así como información de herbario.

Sandoval-Bucio (2001) realiza un estudio de la familia Bromeliaceae en el cual presenta 54 especies de *Tillandsia* para Guerrero y sus alrededores. En el 2004 Pulido Esparza y compañía publican *Flora bromeliológica del estado de Guerrero*, dentro del Boletín de la Sociedad Botánica de México, en dicha publicación los autores presentan 66 especies para el grupo en el estado.

En la publicación *Bromeliad flora of Oaxaca, Mexico: richness and distribution*, los autores Martínez-Correa, N. y compañía registran un total de 102 especies y cuatro en el género *Viridantha*. En este estudio se presenta información de los ejemplares de herbario de estas especies depositadas en diversos herbarios nacionales e internacionales, así como mapas de distribución e información por municipio y por tipo de vegetación.

Algunos de los trabajos más relevantes sobre la flora bromeliológica de Yucatán, son los de la Dra. I. Ramírez-Morillo y el Dr. G. Carnevali del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán CICY.

Entre sus publicaciones destacan: *A new species of Tillandsia, some new records, and checklist of the Bromeliaceae from Yucatán Peninsula* (1999), en donde reportan 19 especies dentro del género para la península, y hacen aclaraciones taxonómicas y nuevos registros para la zona de estudio, además los autores han presentado adiciones a la flora de la región en los años 2000 y 2003.

Debido a que existen pocos trabajos específicos sobre *Tillandsia* para las entidades federativas, el análisis de los estudios de flora general realizados en la zona o zonas de interés es necesario para conocer mejor al grupo.

Cerca del 75% de las especies de *Tillandsia* conocidas para la entidad, fueron tipificadas antes de 1900 y seis de estas antes de 1800 (Utley, 1994; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998; Espejo-Serna *et al.*, 2005, 2010 y Luther, 2006). Debido a su antigüedad, muchas de estas tipificaciones no poseen información geográfica ya que generalmente las referencias del sitio de colecta suelen ser dudosas; por lo que los límites específicos son objeto de estudios científicos y controversias taxonómicas desde hace ya varios años.

Para el caso específico del género *Tillandsia* en el Centro del estado de Veracruz, entre las publicaciones más importantes podemos mencionar:

El estudio de la sierra Manuel Díaz en el Centro del estado de Veracruz, presentado en 1986 por Acosta P R en el cuál el autor reporta la presencia de 14 bromelias, de las cuales 10 pertenecen al género *Tillandsia*.

Para el año de 1987 Zolá M. G. documenta el mismo número de especies para la región de Xalapa y para inicios de 1991, Castillo-Campos, G., publica su estudio para la misma zona y en esta ocasión presenta 11 especies de *Tillandsia*.

En 1993 Gutiérrez, C. en su listado florístico de la sierra de Chiconquiaco, encontró 12 especies pertenecientes al género *Tillandsia*, ese mismo año Medina, M. E. y Castillo-Campos G. dan a conocer su estudio sobre la vegetación de la Barranca de Acazónica, región en la que reconocen la presencia de 11 especies del género.

Luna M., V. E. en 1997 presenta la tesis profesional sobre la vegetación de Coatepec en donde se reconoce la presencia de 26 especies de este grupo de plantas. Y el año de 1999 Ramírez R., F. hace público su estudio sobre la flora y vegetación de la sierra de Santa Marta, región en la que identifica 16 especies dentro del género *Tillandsia*.

Existen relativamente pocos estudios florísticos publicados relacionados con la taxonomía y florística de epífitas vasculares en Veracruz:

En el año de 1976 Valdivia Quijano P. E. publica *Las epífitas de Uxpanapa*, en su estudio reporta la presencia de 27 especies de la familia Bromeliaceae incluyendo 16 especies de *Tillandsia*.

Hietz, P. y Hietz-Seifert, U. Publican un par de libros el primero en 1994 titulado *Epífitas de Veracruz, Guía ilustrada para las regiones de Xalapa y Los Tuxtlas*, en este presentan 12 especies dentro del género para el estado. El segundo el 1996 *Epífitas en los árboles remanentes del sur de Veracruz* en el que presentan 15 especies, con pequeñas descripciones e ilustraciones para cada especie.

Para la región de la laguna costera y manglares de la Mancha, municipio de Actopan, J. G. García-Franco presenta el año del 1996 en el Acta Botánica Mexicana el artículo *Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México*, el autor reporta la presencia de seis especies de *Tillandsia* para la zona además presenta datos sobre su abundancia en la zona.

En el año 2007 T. Krömer y A. Acebey publican su trabajo titulado *The Bromeliad Flora of the San Martín Tuxtla Volcano Veracruz*, en el que comentan haber encontrado 12 especies de Tillandsias. Ese mismo año en la Revista Científica UDO Agrícola, J. L. Méndez y compañía presentan el artículo *Aportes al conocimiento de las epífitas (Bromeliaceae, Cactaceae y*

Orchidaceae) en dos tipos de vegetación del Municipio de Pánuco, Veracruz, México, en donde registran la presencia de seis especies del género *Tillandsia* para la zona.

Para el año 2010 en el Proyecto Flora Endémica y Notable de Veracruz, Gómez-Pompa, Krömer y Castro publican el *Atlas de la flora de Veracruz, un patrimonio natural en peligro*, en esta publicación mencionan nueve Bromeliaceas endémicas para el estado, de las cuales cuatro corresponden a especies del género *Tillandsia*, así como tres especies consideradas “notables” una de ellas *Tillandsia impérialis*.

Además de estas publicaciones, existen diversos trabajos de tesis para Veracruz sobre epífitas vasculares incluyendo a la familia Bromeliaceae, y especialmente al género *Tillandsia*, estos trabajos son generalmente inéditos y entre estos podemos enlistar:

Tesis profesionales Universidad Veracruzana, Campus Córdoba: Flores, M. H. (2008) *Epífitas vasculares del bosque mesófilo de montaña de la comunidad La Quinta Zongolica* y Pérez-Peña, A. (2007) *Composición florística y diversidad de epífitas vasculares terrenos cercanos a la estación de Biología Tropical, Los Tuxtlas*.

Tesis profesionales Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica-Tuxpan: Méndez, A. (2007) *Las epífitas (Bromeliaceae, Cactaceae y Orchidaceae) en Pánuco*.

Tesis profesionales Universidad Veracruzana, Campus Xalapa: Salazar R., J. L. (2010) *Holoepífitas vasculares del bosque mesófilo de montaña del Municipio de Acajete* y Viccon, J. (2009) *Comparación de diversidad y composición florística de las epífitas vasculares de los bosques mesófilos de montaña del Municipio de Atzalan y la región de Los Tuxtlas*.

El trabajo de tesis inédito más relevante sobre las Tillandsias en Veracruz, es probablemente el de I. S. Cortes-Flores presentado el 2009, en donde el autor registra 32 especies de *Tillandsias* para las cuencas de los ríos Nautla, Colipa y Misantla.

Las publicaciones específicas para la taxonomía y florística de la familia Bromeliaceae y el género *Tillandsia* en Veracruz son escasas.

La publicación más importante sobre la diversidad de especies de Tillandsias para el estado es el fascículo 136 de la flora de Veracruz, presentado por Espejo-Serna, A; López-Ferrari, A. R. y Ramírez-Morillo, I. en el año 2005. En dicho estudio registran 45 especies para el estado. Presentan descripciones, una clave dicotómica, algunas ilustraciones y mapas de distribución de las especies, así como información sobre ejemplares de herbario para dichas especies.

Como una adición al conocimiento de la diversidad florística del género *Tillandsia* en Veracruz destaca la publicación de Krömer, T. y compañía quienes en el 2012 presentan *Tillandsia macropetala* como nueva especie en el estado, dentro de su estudio *Taxonomía y estatus nomenclatural de las especies mexicanas en el complejo Tillandsia viridiflora*.

4.2.2 Especies del género *Tillandsia* conocidas para el Centro del estado de Veracruz

A continuación se enlistan las especies actualmente conocidas para la zona Centro del estado de Veracruz (Espejo-Serna *et al.*, 2004, 2005, 2010; Luther, 2006; Krömer *et al.*, 2012; www.tropicos.org consultado el 12 de mayo del 2014 y www.theplantlist.org consultado el 03 de junio del 2017).

1 *Tillandsia alvareziae* Rauh, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt. 58:22 (732). 1986, "alvarezii". Tipo: México, Veracruz, Sra. Álvarez s. n. (Holotipo: HEID!, isotipo: HEID!).

- 2** *Tillandsia balbisiana* Schult. & Schult. f., Syst. veg. 7: 1212.1830. Tipo: Jamaica, in locis sylvaticis Jamaicae in arborum truncis, C.Bertero s. n. (Holotipo: TO).
- 3** *Tillandsia belloensis* W. Weber, Feddes Repert. 94: 602, fig.5. 1983. Tipo: México, Chiapas, inter Monte Bello et San Cristóbal, R.Ehlers s.n. sub W. Weber 486 (Holotipo: HAL).
- 4** *Tillandsia botterii* E. Morren ex Baker, Handb. Bromel. 183.1889. Tipo: México, drawing of professor Morren's, made from a plant sent to him by M. Devansaye. in june 1879. (Holotipo: K!). *Vriesea botterii* hort. ex Regel, Gartenflora 33: 293, 1884, nom. nud.
- 5** *Tillandsia brachycaulos* Schltld., Linnaea 18: 422. 1845"18454" Tipo: México, Veracruz, Hacienda de la Laguna, VII-1828/1829, C. Schiede s. n. (Holotipo: HAL foto!; isotipo: B?).
- 6** *Tillandsia butzii* Mez, in: Engl., Pflanzenr. IV. 32 (Heft 100, 4): 636. 1935, nom. nov.
- 7** *Tillandsia caput-medusae* E. Morren, Belgique Hort. 30: 90. 1880. Tipo: México, sin localidad precisa, cultivada por Jacob-Makoy en Liège, descrita a partir de un dibujo de Morren, elaborado en 1880 (Holotipo: K!).
- 8** *Tillandsia chaetophylla* Mez, in: C. DC., Monogr. phan. 9: 726-727. 1896. Tipo: México, Oaxaca, from Trapiche de Santa Ana, VII.1846, C. Jürgensen 13 (Sintipos: BM, G!, OXF!); sin localidad precisa, Karwinsky s. n. (Sintipo: M!); M. Sessé & J. Mociño s. n. distribuido por J. Pavón (Lectotipo: BM!).
- 9** *Tillandsia chlorophylla* L. B. Sm., in: Barnhart, N. Amer. fl. 19: 145. 1938. Tipo: Guatemala, Petén, Monte Sta. Teresa, 11-IV-1933, C. Lundell 2649 (Holotipo: GH!; isotipo: MICH!).
- 10** *Tillandsia concolor* L.B. Sm., Phytologia 7: 249, t. 1, fig. 1-2. 1960. Tipo: México, Oaxaca, flat grazed areas 16 km NNE of Tehuantepec along the Panamerican hwy. (routes 185 & 190) vegetation mainly cacti and thorny leguminous trees and shrubs, 50 m or less, 7.VII.1959, R. Merrill King 1385 (Holotipo: US!; isotipos: LL!, MICH!).
- 11** *Tillandsia deppeana* Steud., Nomencl. bot. ed. 2. 2: 688. 1841, nom. nov.
- 12** *Tillandsia erubescens* Schltld., Linnaea 18: 427-429. 1845 "1844". Tipo: México, Distrito Federal, "San Ángel, San Bartolo", 1828- 33, C. Schiede 101 (Holotipo: HAL foto!).
- 13** *Tillandsia fasciculata* Sw., Prodr.: 56. 1788. Tipo: Jamaica, sin localidad precisa, O. Swartz s. n. (Holotipo: S!).
- 14** *Tillandsia festucoides* Brongn. ex Mez, in: C. DC., Monogr. phan. 9: 678-679. 1896; Brongn. ex Baker, Handb. Bromel. 182. 1889, nom. nud. Tipo: México, cultivada en el Jardín Botánico de Paris, A. T. Brongniart s. n. (Holotipo: P!).
- 15** *Tillandsia filifolia* Schltld. & Cham., Linnaea 6: 53. 1831. Tipo: México, Veracruz, Hacienda de la Laguna, IX-1828, C. Schiede & F. Deppe 1005 (Holotipo: B foto!; isotipo: BM, G, LE, OXF).
- 16** *Tillandsia flavobracteata* Matuda, Cact. Suc. Mex. 20: 97- 99, fig. 49-50. 1975. Tipo: México, Veracruz, Hidalgotitlán, a 1.6 km del campamento Hermanos Cedillo hacia La Escuadra, P. Valdivia 875 (Holotipo: MEXU!; isotipos: ENCB!, XAL(2)!).
- 17** *Tillandsia foliosa* M. Martens & Galeotti, Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles 10: 119-120. 1843. Tipo: México, Veracruz, on trouve cette espèce sur les chênes et liquidambars des forêts de Xalapa, H. Galeotti 4909 (Holotipo: BR).
- 18** *Tillandsia grandis* Schltld., Linnaea 18: 424-426. 1845 "1844". Tipo: México, Veracruz, in praeruptis, Hacienda de la Laguna, Aug. fruct., VIII-1829, C. Schiede s. n. (Lectotipo: [W. Weber, 1984]: B foto!; isolectotipos: B, BM, HAL foto!, LE, OXF).
- 19** *Tillandsia gymnotrya* Baker, J. Bot. 25: 243-244. 1887. Tipo: México, Veracruz, región d'Orizaba, San Cristóbal, E. Bourgeau 3076 (Holotipo: K; isotipos: LE, P(2)!).
- 20** *Tillandsia heterophylla* E. Morren, Belgique Hort. 23: 138. 1873. Tipo: México, Veracruz, aux environs de Córdoba "Cordova". De una planta cultivada en el jardín de E. Morren, proveniente de semillas colectadas por O. Malzine s. n. (Holotipo: LG!).
- 21** *Tillandsia imperialis* E. Morren ex Roetzl, Deutsche Gärtn.- Zeitung "1881": 118, 1881. Tipo: México, Veracruz, region d'Orizaba, E. Bourgeau 2389 (Holotipo: K; isotipos: LE, P(3)!).
- 22** *Tillandsia ionantha* Planch., Fl. Serres Jard. Eur. 10: 101, t. 1006. 1855. Tipo: .. Nous sommes réduit à la decrir d'apres la figure faute d'en posséder des des exemplaires. ... Tout se borne, dans le cas du *Tillandsia ionantha*, à savoir qu'elle a fleuri dans les serres de M. Van Houtte et qu'elle y est peut-être venue dans un envoi de plantes du Brésil.? México (Holotipo: tabla 1006, Fl. Serres Jard. Eur. 10.1855!).

- 23** *Tillandsia juncea* (Ruiz & Pav.) Poir., in: Lam., Encycl. Suppl. 5: 309. 1817.
- 24** *Tillandsia kirchhoffiana* Wittm., Gartenflora 38: 107-109 f. 22. 1889. Tipo: México, Fürstenberg hort. s. n. (Holotipo: B). T. fournieri E. Morren ex Baker, Handb. Bromel. 183. 1889. Tipo: México Central, C. Uhde 177 (Holotipo: B).
- 25** *Tillandsia leiboldiana* Schldtl., Linnaea 18: 414-415. 1845 "1845". Tipo: México, Veracruz?, "in Barrankos", sin localidad precisa, F. Leibold 180 (Lectotipo: [W. Weber, 1984]: HAL foto!; isolectotipo: B, KIEL foto!).
- 26** *Tillandsia limbata* Schldtl., Linnaea 18: 419-422. 1845 "1844". Tipo: México, Veracruz, pr. la Hacienda de la Laguna in arboribus, Aug. fruct, 29-VIII-1829, C. Schiede s. n. (Holotipo: HAL(2) fotos!).
- 27** *Tillandsia lucida* E. Morren ex Baker, Handb. Bromel. 207- 208. 1889. Tipo: México & Guatemala. Descrita a partir de un dibujo de Morren elaborado en 1881 (Holotipo: K!).
- 28** *Tillandsia macdougallii* L. B. Sm., Contr. U. S. Natl. Herb. 29: 277-278, f. 2. 1949. Tipo: México, Oaxaca, Lachatao (lower altitudes), 31.XII.1947, T. MacDougall s. n. (Holotipo: US!).
- 29** *Tillandsia macrochlamys* Baker, J. Bot. 26: 142. 1888. Tipo: México, Veracruz, terre froide du cofre de Perote. Xalapa "Jalapa", L. Hahn 589 (Holotipo: P(2)!; isotipo: K).
- 30** *Tillandsia macropetala* Wawra, Wiener III. Gart.-Zeitung 12: 241-244
- 31** *Tillandsia multicaulis* Steud., Nomencl. bot. ed. 2. 2: 688. 1841, nom. nov.
- 32** *Tillandsia paucifolia* Baker, Gard. Chron. n. s. 10: 748. 1878. Tipo: México?, Kew hortus s. n. (Holotipo: K).
- 33** *Tillandsia polystachia* (L.) L., Sp. pl. ed. 2. 410. 1762.
- 34** *Tillandsia pruinosa* Sw., Fl. Ind. occid. 1: 594. 1797. Tipo: Jamaica, incolit ramos vetustos arborum Jamaicae, O. Swartz s. n. (Holotipo: S).
- 35** *Tillandsia pseudobaileyi* C. S. Gardner, Selbyana 7: 363, fig. 2, 4, 5. 1984. Tipo: México, Chiapas, Ocozocuatla, epiphytic in trees of open, seasonally dry forests, 300-1000 m, 1979, C. S. Gardner 1118 (Holotipo: SEL; isotipos: CAS, US).
- 36** *Tillandsia punctulata* Schldtl. & Cham., Linnaea 6: 53-54. 1831. Tipo: México, Veracruz, Jalapae in arboribus. XI-[1828], C. Schiede & F. Deppe 1006-A. (Lectotipo: [W. Weber, 1984]: HAL(2) foto!; isolectotipos: B, LE(2)).
- 37** *Tillandsia recurvata* (L.) L., Sp. pl. ed. 2. 410. 1762.
- 38** *Tillandsia schiedeana* Steud., Nomencl. bot. ed. 2. 2: 688. 1841, nom. nov.
- 39** *Tillandsia streptophylla* Scheidw. ex E. Morren, Hort. Belge 3: 252. t. 1836. Tipo: Mexico, sin localidad precisa, Institut Gembloux s. n. (Holotipo: BR).
- 40** *Tillandsia tricolor* Schldtl. & Cham., Linnaea 6: 54. 1831. Tipo: México, Veracruz, Jalapae in arboribus parasitica. Aug. sub anthesi. [1828], C. Schiede & F. Deppe 1006b (Lectotipo: [W. Weber, 1984]: HAL (2) foto!; isolectotipo: B, LE).
- 41** *Tillandsia usneoides* (L.) L., Sp. pl. ed. 2. 411. 1762.
- 42** *Tillandsia utriculata* L., Sp. pl. 286. 1753. Tipo: Habitat in Americae meridionalis arboribus, Jamaica?. (neotipo [Till, 1993]: Jamaica, Middlesex Co., St. Ann Parish, Cole Gate about 4 miles S of Ocho Ríos, epiphytic on small tree along roadside, W. Till 9014 (WU!; isoneotipos: BM, SEL)).
- 43** *Tillandsia variabilis* Schldtl., Linnaea 18: 418. 1845 "1844". Tipo: México, Veracruz, pr. Papantla in arboribus, I.1929, C. Schiede 1003 (Lectotipo [W. Weber, 1984]: HAL (2) foto!).
- 44** *Tillandsia viridiflora* (Beer) Baker, J. Bot. 26: 81. 1888. Tipo: México, diese Pflanze wurde in der Gärtnerei des Grafen Attems zu Graz aus Samen gezogen, welchen Herr C. Heller aus Mexico sendete (Holotipo: B?; IBF?).

4.3 Método

Se examinaron todas las especies pertenecientes al Género *Tillandsia* colectadas en el Centro del estado de Veracruz depositadas en los herbarios: El herbario hortorio del Colegio de

Postgraduados, campus Montecillo CHAPA, el herbario del Instituto de Ecología A. C. en Xalapa XAL, el herbario Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional ENCB, el herbario de la Universidad Autónoma de México Campus Iztapalapa UAMI y el herbario de la facultad de biología de la Universidad Veracruzana, Campus Xalapa XALU y campus Córdoba CORU.

Se colectaron accesiones en campo, tanto de plantas vivas, como ejemplares para herbario.

Inicialmente las especies fueron determinadas siguiendo alguno de los siguientes métodos o combinaciones de estos:

1. Utilizando claves taxonómicas especializadas para el taxa y la región, en este caso se utilizaron los siguientes trabajos:

- Smith L B y R J Downs. 1977. *Flora Neo trópica* **14** *Tillandsioideae* (Bromeliaceae).
- Gardner, C. S. 1982. *A systematic study of Tillandsia subgenus Tillandsia*. Tesis doctoral.
- J F Utley. 1994. *Flora Mesoamericana*, tomo 6 de Alismataceae a Cyperaceae, No. 256 Bromeliaceae, 5. *Tillandsia*.
- Espejo et al., 2004. *Flora de Veracruz*, fascículo 136 Bromeliaceae.
- Espejo et al. 2010. *Flora del bajío y regiones adyacentes*, fascículo 165, Bromeliaceae.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP. 2010. Guía de Reconocimiento del Género *Tillandsia* de Guatemala.
- Espejo-Serna y López Ferrari. 2014. *Flora del Valle de Tehuacán*, fascículo 122, Bromeliaceae.

2. Cotejo con ejemplares de herbario y ejemplares tipo de cada especie.

3. Comparación con la descripción original y otras descripciones publicadas a la fecha.

4. Determinación mediante el apoyo de especialistas en el grupo.

4.3.1 Delimitación del área de estudio “zona Centro del estado de Veracruz”

El área de estudio se ubica en la región central del Golfo de México en el extremo Este del Eje Neovolcánico, está conformada por 50 municipios los cuales son: Acajete, Acatlan, Actopan, Alto

Lucero, Altotonga, Apazapan, Atzalan, Ayahualulco, Banderilla, Chiconquiaco, Coacoatzintla, Coatepec, Colipa, Cosautlan de Carvajal, Emiliano Zapata, Ixhuacán de los Reyes, Jalacingo, Jalcomulco, Jilotepec, Juchique de Ferrer, La Antigua, Landero y Coss, Las Minas, Las Vigas de Ramirez, Martínez de la Torre, Miahuatlan, Misantla, Naolinco, Nautla, Paso de Ovejas, Perote, Puente Nacional, Rafael Lucio, Tatatila, Tenampa, Tenochtitlan, Teocelo, Tepetlan, Tlacolulan, Tlacotepec de Mejia, Tlalnelhuayocan, Tlaltetela, Tlapacoyan, Tonayan, Totutla, Ursulo Galvan, Vega de Alatorre, Villa Aldama, Xalapa, Xico, Yecuatla.

Su superficie comprende un poco más de 12,000 km², lo que corresponde con un cerca del 16% de la extensión total del estado, los paisajes dominantes son montañosos y húmedos, sin embargo en la parte más baja se observan llanuras alternadas por pequeños cerros y lomeríos, en las regiones más elevadas cerca de las faldas del cofre de Perote encontramos altiplanos con un clima templado y seco. Esta diversidad de paisajes y climas provee a la región de una flora muy diversa.

Aproximadamente el 45% de su superficie presenta la topografía de sierra. Ahí, predominan las laderas tendidas con cañadas, en las zonas altas como Chiconquiaco, y la zona montañosa central, abundan sierras de laderas abruptas con cañadas. En menor medida se encuentran los valles con laderas escarpadas. También es posible encontrar la topografía de lomeríos en las zonas cercanas a la costa (INEGI, 2016).



Figura 19. Delimitación de área de estudio “Centro de Estado de Veracruz”

4.3.1.1 Delimitación política y fisiografía

La zona Centro del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave se ubica en el Golfo de México, en el extremo Este del Eje Neovolcánico. En su mayoría la región esta conformada por montañas y planicies costeras, políticamente está dividido en 50 municipios, agrupados en 3 regiones administrativas:

1. Totonaca, 2. Nautla y 3. Centro.

Ubicada dentro de tres principales regiones fisiográficas, de las cuales son: Llanura Costera del Golfo Norte, Eje Neovolcánico y Llanura Costera del Golfo Sur.

4.3.1.2 Relieve

El estado de Veracruz posee su punto más alto a los 5,675 msnm que corresponde con el Citlaltépetl o Pico de Orizaba, mientras que la zona de estudio posee su cima en 4,282 msnm respectivos a la cima del Cofre de Perote la segunda montaña más alta del estado.

En general el relieve de la zona de estudio puede dividirse en tierras altas de los 4,282 a los 3,000 msnm; en donde encontraremos regiones escarpadas con pendientes muy pronunciadas, las regiones intermedias de los 3,000 a los 500 msnm; en estas zonas las deformaciones están intercaladas con algunas mesetas, valles y lomas y en donde el flujo de los ríos ha escavado grandes cañadas y las zonas de tierras bajas de los 500 a los 0 msnm; generalmente dominadas por planicies y pequeños lomeríos.

El relieve actual es resultado de numerosos procesos geológicos de los cuales se han encontrados registros desde el periodo paleozoico, y en algunas regiones las actividades geológicas son hasta la fecha perceptibles.



Figura 20. Curvas de nivel presentes en el área de estudio

4.3.1.3 Suelos y geología

Debido a las fuertes precipitaciones pluviales, gran parte del material geológico de la región se ha visto erosionado, formando acumulación de sedimentos en gran parte del territorio, es por esto que más del 70% del suelo se considera joven, o de formación reciente. Mientras que, los suelos maduros son más escasos y se concentran en el Sureste del estado.

Según la clasificación de suelos de la WRB 2006, estos son los tipos de suelos presentes en el estado en orden de dominancia:

Vertisoles, Foezems, Cambisoles, Regosoles. Rendzinas (Leptosoles), Lluvisoles, Acrisoles, Andosoles, Nitosoles, Litosoles (Leptosoles), Gleysoles y Solonchak.

El estado de Veracruz está dentro de siete provincias geológicas que son: Llanura Costera del Golfo Norte, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Cordillera Centroamericana y Sierras de Chiapas y Guatemala. Las que nos atañen, por incluir a la zona de estudio son: La llanura costera del Golfo Norte, La Llanura costera del golfo Sur y El Eje Neovolcánico transversal (Flores–Cano y Ortiz, 2010).

Estas regiones se caracterizan por poseer enormes masas de rocas volcánicas de todos tipos, acumuladas desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) hasta el presente (INEGI, 2010). El Eje Neovolcánico atraviesa el estado aproximadamente en su porción central y se extiende desde el Sur de Papantla hasta el Norte de Córdoba. La integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arena y cenizas (INEGI, 2016).

En general la región se constituye principalmente por rocas ígneas de composición andesítica, riolítica y basáltica, que se depositaron durante el Cenozoico superior en forma de derrames, tobas, brechas y cenizas volcánicas. Las rocas más antiguas que afloran en la región corresponden a

depósitos calcáreo-arcillosos del Jurásico Superior; mientras que las jóvenes a depósitos no consolidados del Cuaternario.

La zona costera presenta variedad de topofomas, extensiones reducidas de llanura costera al Norte y Sur del eje Neovolcánico así como formaciones geológicas en las que se incluyen dos mesetas lívicas y una prominencia de columnas de basalto en la Sierra Monte de Oro, (INEGI, 2016).

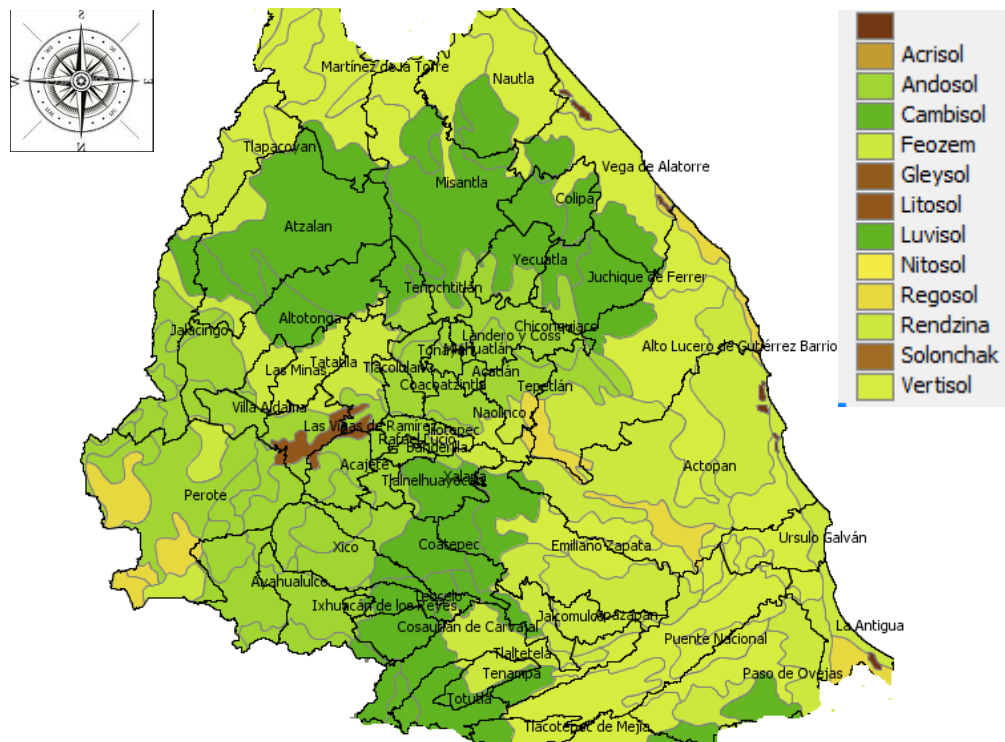


Figura 21. Tipos de suelos presentes en el área de estudio

4.3.1.4 Clima

Debido a su relieve accidentado la zona posee gran diversidad de climas, desde los tropicales lluviosos, algunas regiones consideradas cálidas semihúmedas, hasta los fríos y secos, pasando por una gama de templados. La temperatura promedio anual va de los 4 °C a los 36°C. La precipitación pluvial anual va desde los 200 hasta los casi 3,000 mm. La evaporación media anual va de los 50

hasta los 150 mm. Algunas regiones presentan más de 100 días al año con niebla. Actualmente se han registrado cambios considerables en las condiciones climáticas, relacionados con regiones de alto impacto por acciones humanas.

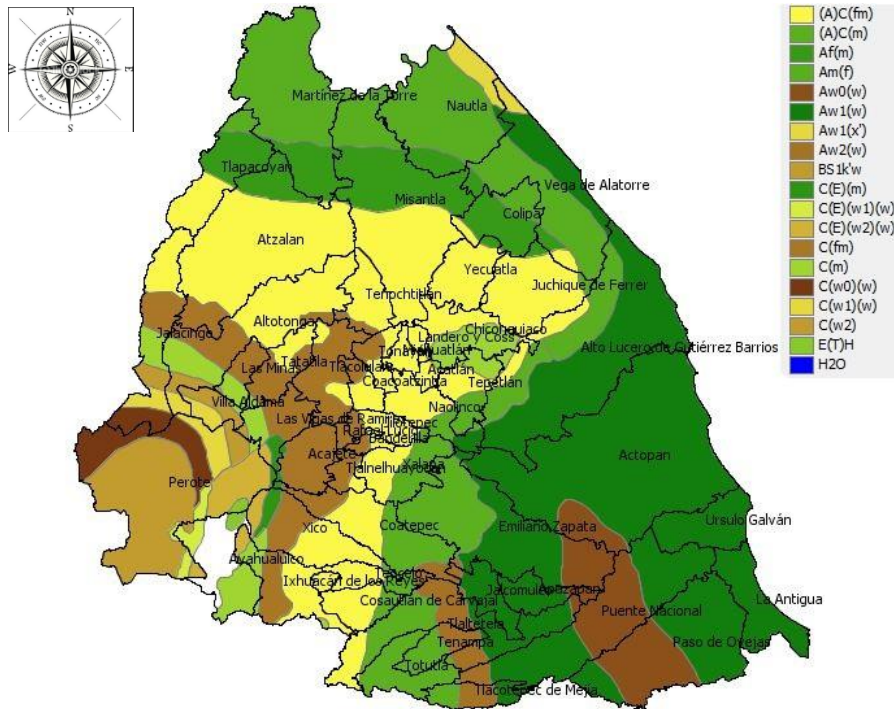


Figura 22. Unidades climáticas presentes en el área de estudio

En el cuadro 11 siguiente se observa el comportamiento de la precipitación y la temperatura en los últimos cinco años. Las estaciones elegidas fueron seleccionadas de acuerdo a la ubicación de cada una de ellas. De esta manera se puede comparar el comportamiento de las temperaturas y la precipitación en diferentes puntos de la sierra a diferentes altitudes y características físicas.

Cuadro 11: Variables climáticas en ocho diferentes estaciones meteorológicas de la zona.

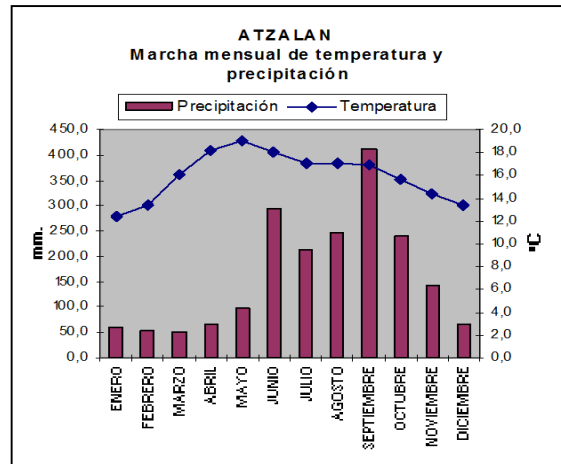
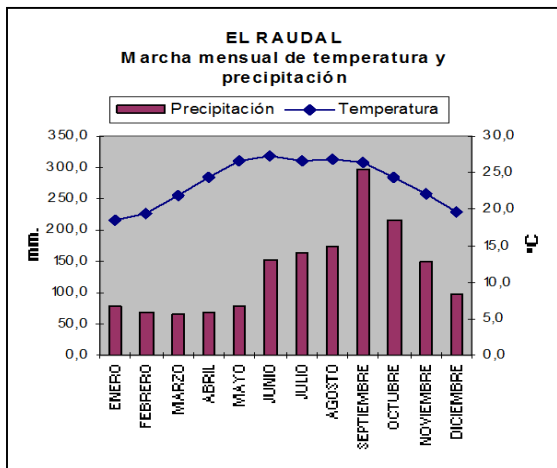
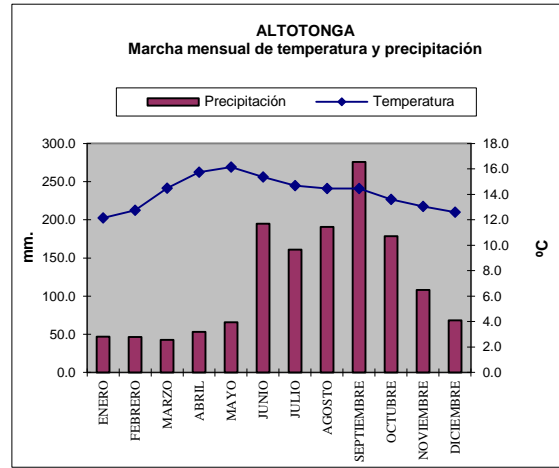
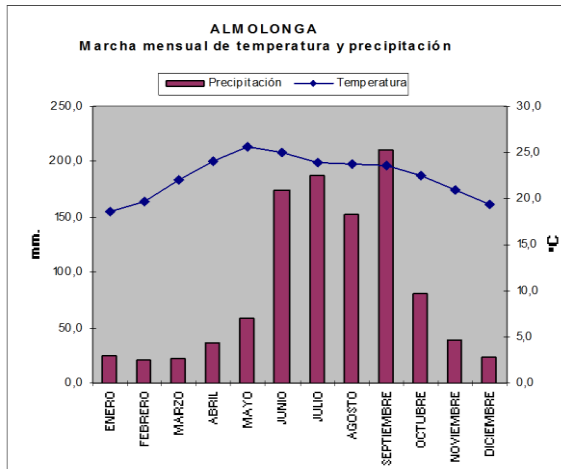
Estaciones	Precipitación anual (mm)	Temperatura media anual (°C)	Altitud (msmn)
Almolonga	1032.70	22.40	770
Altotonga	1432.30	14.10	2085

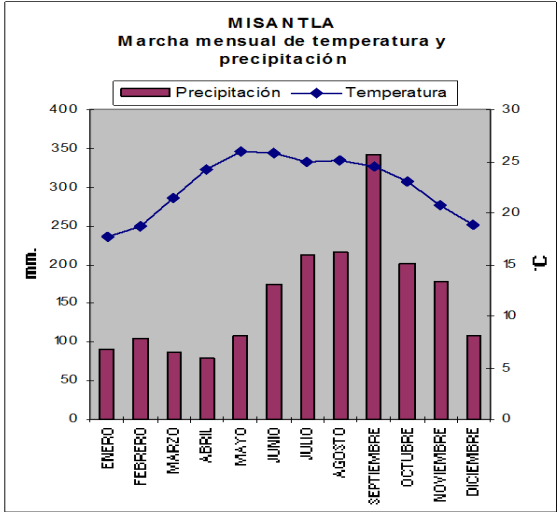
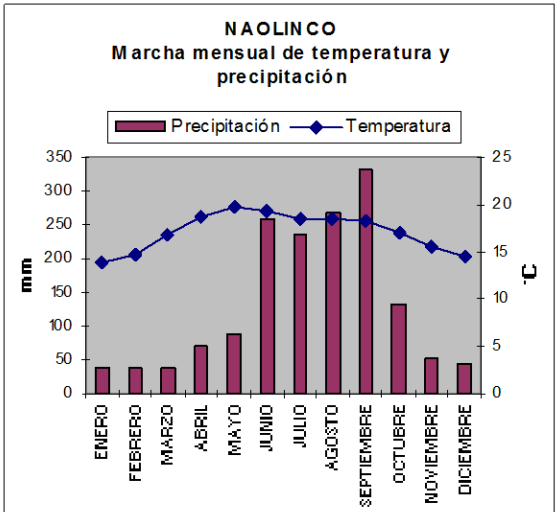
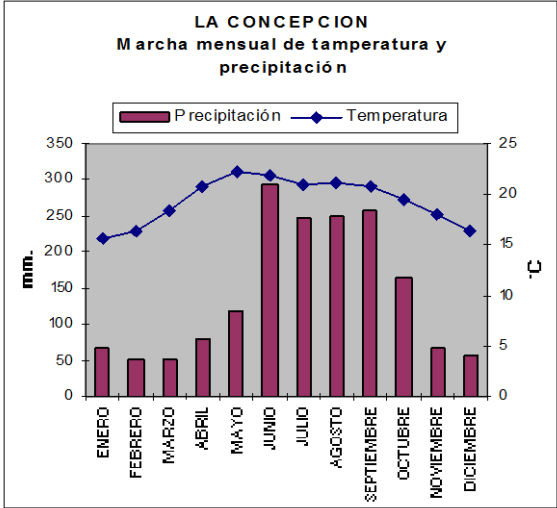
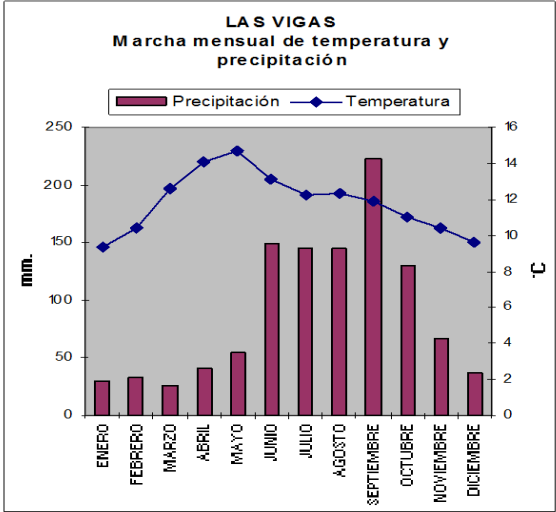
Atzalan	1947.00	15.90	1842
El Raudal	1611.30	23.60	10
Las Vigas	1078.54	11.80	2400
Misantla	1902.19	22.50	410
Naolinco	1597.90	17.10	1470
La Concepción	1699.40	19.31	1730

Las

gráficas que se muestran a continuación, son el resultado del análisis de los datos de ocho observatorios meteorológicos distribuidos en diferentes municipios de la zona.

Figura 23: Marchas de temperatura y precipitación mensuales en 8 diferentes estaciones de la zona de estudio. 1) Almolonga; 2) Altotonga; 3) El Raudal; 4) Atzalan; 5) Las Vegas; 6) Misantla; 7) Naolinco; 8) La Concepción.





4.3.1.5 Hidrografía

La hidrografía está conformada por mares y océanos, así como una vasta red de ríos superficiales y subterráneos, lagos y lagunas, además de una gran cantidad de esteros y estuarios. Por sus características hidrológicas y en función de los límites hidrográficos establecidos por la Comisión Nacional del Agua CONAGUA, en la costa veracruzana se presentan cuatro regiones de Norte a Sur:

Región H26 Panuco; Cuenca del río Panuco.

Región H27 Tuxpan-Nautla o Norte de Veracruz; Cuenca del río Tuxpan, Cuenca del río Cazones, Cuenca del río Tecolutla, Cuenca del río Nautla.

Región H28 Papaloapan; Cuenca del río Actopan, Cuenca del río La Antigua, Cuenca del río Jamapa, Cuenca del río Papaloapan.

Región H29 Coatzacoalcos; Cuenca del río Coatzacoalcos, Cuenca del río Tonalá.

En la zona de estudio tenemos presencia de dos de estas regiones; la región H27 al Norte y la región H28 al Sur.

El régimen hídrico va desde los 600 hasta los 3,200 mm³, presenta zonas con temporadas de secas bien marcada principalmente al sureste en la zona cálida, como resultado de la sombra pluviométrica que ejerce la sierra de Chiconquiaco y al sudoeste en la zona fría como resultado de los vientos secos propios del altiplano del valle de Perote, a más de 2,800 msnm. En general en la zona montañosa central entre los 1,200 y 2,200 msnm, las lluvias son constantes y la temporada de secas es apenas perceptible, en estas regiones el régimen hídrico alcanza los 3,000 mm³.

4.3.1.6 Uso de suelo

En base a la información disponible se estima que más del 70% de la superficie tiene un uso agrícola. La principal actividad en relación a superficie destinada es la ganadería extensiva con más de un 70% del total de superficie agrícola, en segundo lugar está la agricultura de diversos productos, entre los que destacan: El café, la caña de azúcar, coco, mango, plátano, limón, mandarina, naranja, sandía, papaya, tamarindo, trigo, pastos y forrajes.

Por sus actividades comerciales y productivas podemos identificar tres regiones económicas en el Centro del estado: 1. Región Huasteca, 2. Región Totonaca-Nautla y 3. Región capital

4.3.1.7 Vegetación

En el Centro del estado de Veracruz la amplia gama de paisajes y climas dan como resultado, la presencia de la gran mayoría de los tipos de vegetación conocidos para el país.

La zona se ubica en el Hotspot Mesoamérica una de las regiones designados por Conservación Internacional, como las de mayor diversidad biológica en el mundo. Dicha selección se basa en la cantidad de especies de plantas endémicas presentes, ya que se ha encontrado que las regiones con mayor número de endemismos, son generalmente las de mayor biodiversidad en general. Para el estado de Veracruz 131 especies de plantas se consideran endémicas, de las cuales cerca de 100 ocurren en el Centro del estado.

Se calculan cerca de 8,000 especies de plantas vasculares para el estado; de las cuales cerca de 157 se encuentran protegidas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010; y por lo menos doce especies se han extinto en forma natural en el estado en los últimos 30 años. De estas 8,000 especies más de 4,500 ocurren en esta región.

Un dato alarmante es que para el estado la vegetación actual cubre solamente 1, 091, 599 ha, lo que corresponde con cerca del 15% de la superficie total del estado, debido a su paisaje accidentado la zona Centro de Veracruz en una de las regiones que conservan aun grandes extensiones de vegetación original, en este caso principalmente de bosque mesófilo y selvas bajas, ambos tipos de vegetación ricos en endemismos; para la zona de estudio se calcula que actualmente aún se conserva un poco más del 25% de su cobertura vegetal.

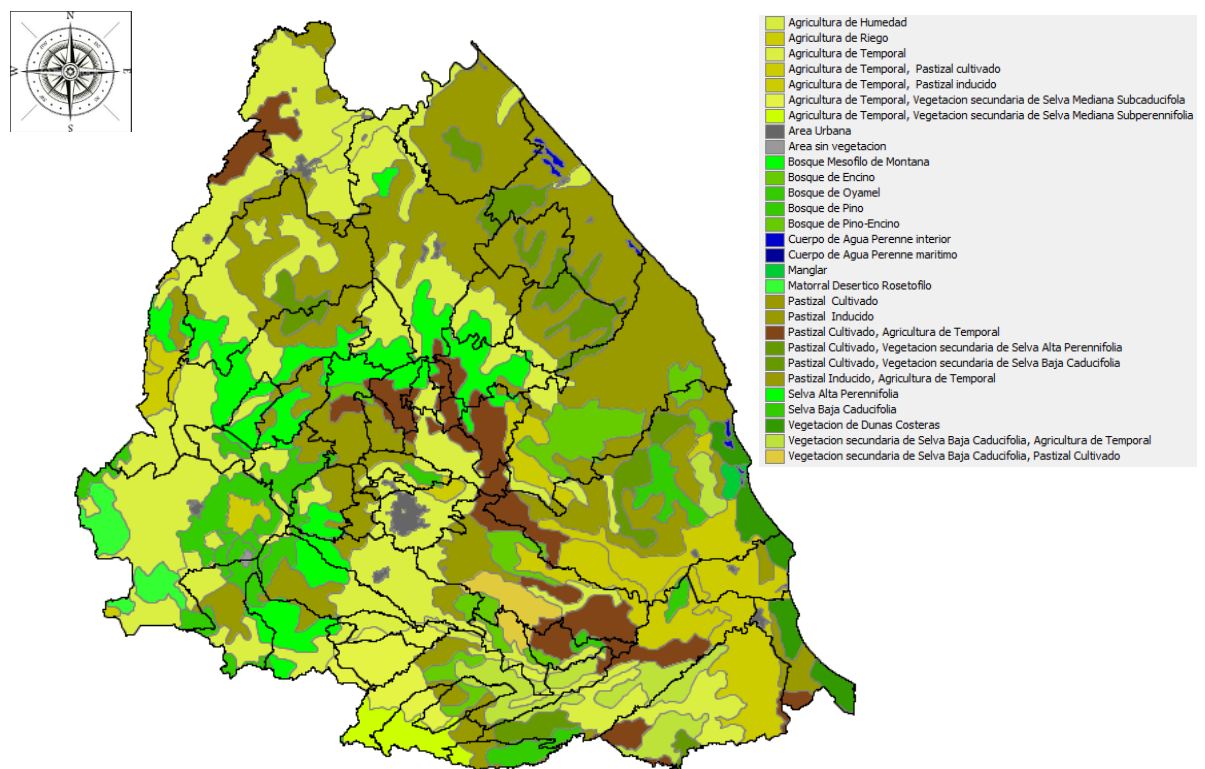


Figura 24. Uso de suelo presente en el área de estudio

4.3.1.8 Fauna

Aunado a su gran diversidad florística la zona de estudio también es muy diversa en especies animales. Un listado preliminar arrojó que en la zona existen cerca de 1000 especies de vertebrados (incluyendo los peces costeros).

Se encontró que habitan cerca de 85 especies de mamíferos, 295 especies de aves entre residentes y migratorias, 200 especies de anfibios y reptiles, 250 especies de peces marinos y 150 dulceacuícolas.

De las especies existentes, 230 están en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así que una vez más se pone en evidencia la urgencia de preservar el lugar, ya que rápidamente se está destruyendo el hábitat de esos organismos, obligándolos a refugiarse en áreas cada vez más pequeñas. Además de la caza ilegal e irracional y el saqueo que aún se sigue practicando.

4.4 Objetivos

4.4.1 Objetivo general

Compilar la información existente (bibliográfica y de herbario) del género *Tillandsia* en el Centro del estado de Veracruz y generar nuevos datos acerca de su taxonomía y distribución geográfica, actualizar el inventario de Tillandsias actualmente conocidas para la región.¹ Consultar exhaustivamente las bases de información bibliográfica digital así como las bibliotecas especializadas y recopilar información referente a *Tillandsia* en la región y catalogar todas las colectas del género realizadas en la zona y que se encuentren depositadas en los herbarios (MEXU, XAL, ENCB, UAMI, CHAPA, CICY, XALU Y CORU) y generar una base de datos única.

² Determinar mediante el análisis de los trabajos florísticos realizados en la zona, las regiones de mayor interés florístico y ecológico (zonas de alta diversidad), así como regiones poco exploradas para el género. Llevar a cabo travesías por dichas zonas, coleccionar las especies encontradas.

4.5 Hipótesis

En Veracruz ocurren diversas categorías taxonómicas de *Tillandsia* y son diferenciables por caracteres específicos o combinaciones de los mismos, muchas aun sin estar consideradas como parte de la flora de la zona Centro del estado.

4.6. Método

4.6.1 Revisión de bibliografía y fuentes de información especializada

Se llevo a cabo una revisión exhaustiva de los trabajos existentes sobre conocimiento taxonómico, ecológico, bioquímico y genético de las especies e híbridos del género *Tillandsia* en el Centro del estado de Veracruz.

Por medio del análisis de la información existente, se busco determinar las especies e híbridos de *Tillandsia* que se han registrado en los últimos años en Veracruz y cuáles de los antes registrados no se han vuelto a coleccionar. Mediante el análisis de dicha información geográfica se determino las regiones en donde se han coleccionado especies del género *Tillandsia* así como las regiones en donde no existe información para dichas especies, las regiones menos estudiadas fueron exploradas con la finalidad de generar nuevos registros sobre la distribución del género *Tillandsia* en el Centro del estado de Veracruz.

4.6.2 Consulta y revisión de los principales herbarios nacionales

Se consultaron herbarios nacionales (MEXU, XAL, UAMIZ, CHAPA, XALU Y CORU).

Todas las colectas depositadas en dichos herbarios, fueron fotografiadas y registradas en una base de información única, en donde se presentara la información de dichos ejemplares de la siguiente manera: Herbario, Especie, Coordenadas o ubicación, Altitud, Municipio, Localidad, Referencias de la localidad, Colector, Determinador, Fecha, Observaciones ecológicas y morfológicas, Número de referencia.

4.6.3 Colectas y muestreos sistemáticos

Se realizaron recorridos y colectas sistemáticas a lo largo de la zona centre del estado, en promedio una visita cada mes, durante el periodo que comprende de diciembre del 2013 a diciembre del 2016. Se obtuvieron ejemplares de herbario y georeferencias de las poblaciones e individuos encontrados. Las zonas de colecta estuvieron establecidas dentro de las regiones menos exploradas del estado así como en las regiones en las que se ha registrado mayor presencia de individuos del género.

4.7 Resultados

Se aumenta la diversidad florística conocida para el género *Tillandsia* en el estado de Veracruz, previamente se tenían registradas 44 (Espejo-Serna *et al.*, 2005, 2010 y Krömer *et al.*, 2012) especies dentro del género para el estado, mediante exploraciones de campo se aumenta la diversidad con cuatro nuevos registros de especies y un redescubrimiento (Torres-Cantú *et al.*, en prensa) así como nueve híbridos (Torres-Cantú *et al.*, enviado) lo que aumenta la diversidad conocida de *Tillandsia* para Veracruz en más de un 30% de lo reportado anteriormente, resultando en 57 taxa subordinados dentro del género *Tillandsia*. Se excluye a la especie *Tillandsia novakii* mencionada por Espejo-Serna *et al.* (2005) reportada para el municipio de Cerro Azul en el norte

del estado, ya que se presume pudiera ser un caso aislado de variación en *Tillandsia streptophylla*, además no ha sido colectado otra vez desde su descripción original.

Como resultado de investigaciones de campo y revisiones de herbario Torres-Cantú et al. (En prensa), se registran *Tillandsia bourgaei*, *T. roseoscapa* y *T. polita var. elongata*, además se genera el primer registro del subgénero *Viridantha* para la entidad con *Tillandsia lepidosepala* L.B.Sm. Por otro lado se confirma la presencia de *Tillandsia prodigiosa*, lo que corresponde con un redescubrimiento, ya que dicha especie no había sido colectada en el estado desde su descripción original en el siglo XIX, razón por la cual fue considerada dudosa en el fascículo de Bromeliaceae en Flora de Veracruz.

Como parte del trabajo doctoral Torres-Cantú et al, (enviado), reporta la presencia de nueve híbridos naturales de *Tillandsia* encontrados en zonas perturbadas del Centro del estado de Veracruz, los híbridos encontrados fueron:

1. *Tillandsia brachycaulos* X *ionantha*,
2. *Tillandsia concolor* X *juncea*
3. *Tillandsia concolor* X *paucifolia*
4. *Tillandsia concolor* X *streptophylla*
5. *Tillandsia concolor* X *ionantha*
6. *Tillandsia ionantha* X *schiedeana*
7. *Tillandsia polystachia* X *balbisiana*
8. *Tillandsia polystachia* X *belloensis*
9. *Tillandsia polystachia* X *schiedeana*,

4.8 Lista florística actualizada del género *Tillandsia* en Veracruz

1. *Tillandsia alvareziae* Rauh

2. *Tillandsia balbisiana* Schult. & Schult

3. *Tillandsia belloensis* W. Weber

4. *Tillandsia botterii* E. Morren ex Baker

5. *Tillandsia bourgaei*

6. *Tillandsia brachycaulos* Schltdl

7. *Tillandsia brachycaulos* X *ionantha*,

8. *Tillandsia butzii* Mez

9. *Tillandsia caput-medusae* E. Morren

10. *Tillandsia chaetophylla* Mez,

11. *Tillandsia chlorophylla* L. B. Sm

12. *Tillandsia concolor* L.B. Sm.

13. *Tillandsia concolor* X *paucifolia*

14. *Tillandsia concolor* X *streptophylla*

15. *Tillandsia concolor* X *ionantha*

16. *Tillandsia concolor* X *juncea*

17. *Tillandsia deppeana* Steud.

18. *Tillandsia erubescens* Schltdl.

19. *Tillandsia fasciculata* Sw.

20. *Tillandsia festucoides* Brongn. ex Mez.

21. *Tillandsia filifolia* Schltdl. & Cham.

22. *Tillandsia flavobracteata* Matuda

23. *Tillandsia foliosa* M. Martens & Galeotti

24. *Tillandsia grandis* Schltdl.

25. *Tillandsia gymnobotrya* Baker

26. *Tillandsia heterophylla* E. Morren

27. *Tillandsia imperialis* E. Morren ex Roezl

28. *Tillandsia ionantha* Planch

29. <i>Tillandsia ionantha</i> X <i>schiedeana</i>
30. <i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir
31. <i>Tillandsia leiboldiana</i> Schltldl.
32. <i>Tillandsia lepidosepala</i>
33. <i>Tillandsia limbata</i> Schltldl.
34. <i>Tillandsia lucida</i> E. Morren ex Baker
35. <i>Tillandsia macdougallii</i> L. B. Sm.
36. <i>Tillandsia macrochlamys</i> Baker
37. <i>Tillandsia macropetala</i> Wawra,
38. <i>Tillandsia multicaulis</i> Steud.,
39. <i>Tillandsia paucifolia</i> Baker
40. <i>T. polita</i> var. <i>Elongata</i>
41. <i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.
42. <i>Tillandsia polystachia</i> X <i>balbisiana</i>
43. <i>Tillandsia polystachia</i> X <i>belloensis</i>
44. <i>Tillandsia polystachia</i> X <i>schiedeana</i> ,
45. <i>Tillandsia prodigiosa</i>
46. <i>Tillandsia pruinosa</i> Sw.
47. <i>Tillandsia pseudobaileyi</i> C. S. Gardner
48. <i>Tillandsia punctulata</i> Schltldl. & Cham.
49. <i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.
50. <i>Tillandsia roseoscapa</i>
51. <i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.
52. <i>Tillandsia streptophylla</i> Scheidw. ex E. Morren
53. <i>Tillandsia tricolor</i> Schltldl. & Cham.
54. <i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.
55. <i>Tillandsia utriculata</i> L.
56. <i>Tillandsia variabilis</i> Schltldl.
57. <i>Tillandsia viridiflora</i> (Beer) Baker

4.10 Discusión

Los resultados de este trabajo amplían el conocimiento sobre la diversidad de uno de los grupos botánicos emblemáticos de México, el género *Tillandsia*. Espejo-Serna et al. (2005, 2007) y Krömer et al. (2012) reportaron 14 géneros y 93 especies de Bromeliaceae en Veracruz, pero considerando las especies aquí reportadas, la riqueza florística ha crecido a 15 géneros y 98 especies y nueve híbridos. Con los registros obtenidos durante este estudio se aumenta en más de 30% la diversidad conocida para este taxón en el estado de Veracruz. Además de ser el primer estudio dedicado a registrar la presencia de híbridos de *Tillandsia* en Veracruz.

4.11 Literatura citada

- Acosta PR. 1986. *La vegetación de la sierra de Manuel Díaz, Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Biología, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana.
- Baker JG. 1888. A synopsis of Tillandsieae. *J. Bot.* **26**: 104-111.
- Baker JG. 1889. *Handbook of Bromeliaceae*. London, UK. George Bell & Sons.. 243 pp.
- Burt-Utley K y JF Utley. 1987. Contributions toward a revisión of Hechtia (Bromeliaceae). *Brittonia* **39**: 37-43
- Carnevali FG. 2010. *Tillandsia Jaguactalensis* o ¿qué es una especie? *Cuadernos desde el herbario*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)
- Castillo-Campos G. 1991. *Vegetación y flora del municipio de Xalapa, Veracruz*. Programa del Hombre y la Biosfera, Instituto de Ecología y H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz. Castillo-Campos, G. 2003. Flora y vegetación de la sierra Cruz Tetela, Veracruz, México. *Polibotánica* **15**: 41-87.
- Castillo-Campos G., Medina ME., Dávila P. y Zavala JA. 2005. Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* **73**: 19-57.
- Cházaro BMJ. 1992. Exploraciones botánicas en Veracruz y zona limitrofe de Puebla 1: Pisos altitudinales de vegetación. *La ciencia y el hombre (UV)* **10**:67-116.
- CONAP 2010. Guía de Reconocimiento del Género *Tillandsia* de Guatemala. Guatemala, Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP. 2010. Primera edición, enero.
- Cortes-Flores IS. 2009. *Las bromeliaceas en relictos de vegetación en la propuesta para le establecimiento de reserve de la Biosfera cuencas de los ríos Nautla, Misantla y Colipa Veracruz*. Tesis professional. Xalapa, Veracruz. México. Universidad Veracruzana, Facultad de Biología, Xalapa.
- Cronquist A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. The New York Botanical Garden, Columbia University Press.

- Diego-Escobar MV. 2005. *El género Tillandsia (Bromeliaceae) en el estado de Guerrero, México*. Tesis de Maestría. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Botánica.
- Espejo-Serna A. 2002. Viridantha, un género nuevo de Bromeliaceae (Tillandsioide) endémico de México. *Acta Botánica Mexicana* **60**: 25-35
- Espejo-Serna A y López-Ferrari AR. 1994. *Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. 1. Lista de referencia. Parte III. Bromeliaceae, Burmaniaceae, Calochortaceae y Cannaceae*. Consejo Nacional de la Flora de México. 4-50.
- Espejo-Serna A y López-Ferrari AR. 1998. *Current floristic and phytogeographic knowledge of mexican Bromeliaceae*. Obtenido de: www.ots.duke.edu/tropibiojnl/claris/46-3/ESPEJO (Consultado el 10 de octubre del 2010).
- Espejo-Serna A y López-Ferrari AR. 2004. Notas sobre la familia Bromeliaceae en el Valle de México. *Acta Botánica Mexicana* **67**: 49-57.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Ramírez-Morillo I; Holst BK, Luther H Y Till W. 2004. "Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism". *Selbyana* **25**: 33-86.
- Espejo-Serna A y López-Ferrari AR. 2005, "Una nueva especie de Tillandsia (Bromeliaceae) del occidente de México". *Acta Botánica Mexicana* **72**: 53-64.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR y Ramírez-Morillo I. 2005. *Familia Bromeliaceae, Flora de Veracruz*, Fascículo 165. Riverside, CA. Instituto de Ecología, A. C. y University of California,
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Martínez-Correa N y Pulido-Esparza VA. 2007. Bromeliad flora of Oaxaca, Mexico: richness and distribution *Acta Botanica Mexicana* **81**: 71-147.
- Espejo-Serna A y López-Ferrari AR. 2009. Tillandsia magnispica (Bromeliaceae: Tillandsioideae), a new species from Oaxaca, México. *Acta Botanica Mexicana* **86**: 1-7.
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR y Ramírez-Morillo I. 2010. *Familia Bromeliaceae, Flora del Bajío y regiones adyacentes*. Fascículo 165. Patzcuaro. Instituto de Ecología,
- Espejo-Serna A y López-Ferrari AR. 2014. *Bromeliaceae en Flora del Valle de Tehuacán*. Fascículo 122, Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Biología. 145 pp.
- Florescano E y Ortiz EJ. 2010. *Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz*. Tomo I. Coordinadores Benites Badillo G y Welsh Rodríguez C. Xalapa, Veracruz. Comisión del estado Veracruz para la conmemoración de la independencia nacional y la revolución mexicana. Primera edición.
- Flores-Cruz M. 1998. *Flora Genérica de la Familia Bromeliaceae en el Estado de México. Manual para la identificación de las especies de la Familia Bromeliaceae presentes en el estado*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 186 pp.
- Flores MH. 2008. *Epifitas vasculares del bosque mesófilo de montaña de la comunidad La Quinta Zongolica, Ver.* Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Biología, Campus Córdoba, Universidad Veracruzana.

- Fontoura T, Scudeller VV y Costa AF. 2012. Floristics and environmental factors determining the geographic distribution of epiphytic bromeliads in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 207: 662–672. DOI:10.1016/j.flora.2012.05.003
- García-Franco JG. 1987. Las bromeliáceas de México. Xalapa, Veracruz. INIREB.. 94 pp.
- García-Franco JG. 1996. Distribución de epifitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* **37**: 1-9.
- García-Franco JG y Toledo TA. 2008. Epifitas vasculares: Bromelias y Orquídeas. *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz*: 69-82.
- Gardner CS. 1982. *A systematic study of Tillandsia subgenus Tillandsia*. Ph. D. thesis. Texas. A & M. University, College Station.
- Gómez-Pompa A., Krömer T. y Castro-Cortés R. 2010. *Atlas de la flora de Veracruz un patrimonio natural en peligro*. Xalapa, Veracruz. Editora del Gobierno del estado de Veracruz. 528pp. Gutiérrez Báez C. 1993. Listado florístico de la sierra de Chiconquiaco, Ver. *Textos Universitarios*. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- Hietz P. y Hietz-Seifert U. 1994. *Epifitas de Veracruz. Guía ilustrada para las regiones de Xalapa y Los Tuxtlas, Veracruz*. Xalapa, Veracruz. Instituto de Ecología, A.C..
- Hiezt P., Hiezt-Seifert U. y Guevara S. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* **75**: 103-111
- Huidobro ME. 1988. *El género Tillandsia (Bromeliaceae) en el estado de México, México*. Tesis profesional. UNAM-Iztapalapa. 103pp.ala.
- Krömer T. y Acabey A. 2007. The Bromeliad Flora of the San Martín Tuxtla Volcano Veracruz, Mexico. *Journal of the Bromeliad Society* **57**: 62-69.
- Krömer T., Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Ehlers R. y Lautner J. 2012. Taxonomic and nomenclatural status of the mexican species in the Tillandsia viridiflora complex (Bromeliaceae) *Acta Botánica Mexicana* **99**:1-20.
- Luna Monterrojo VE. 1997. *Estudio de la vegetación y flora del Municipio de Coatepec*. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Biología, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana.
- Luther HE. 2006. *An alphabetical list of Bromeliad binomials*. Sarasota, Florida, USA. The Marie Selby Botanical Gardens. The Bromeliad Society International. Magaña R P. 1986. *La familia Bromeliaceae en la costa de Jalisco*. Tesis profesional. México, D F., UNAM, Facultad de Ciencias,. 79 pp.
- Martínez-Correa N., Espejo-Serna A, López-Ferrari AR. y Pulido-Esparza VA. 2007. Bromeliad flora of Oaxaca, Mexico: richness and distribution. *Acta Botánica Mexicana* **81**:71-147.
- Matuda E. 1979. Las Bromeliáceas. En *Flora del Estado de México*. Comisión Botánica Exploradora del Estado. Tomo III. Biblioteca Enciclopédica del Estado de México. Pp. 46-91
- McVaugh R. 1989. Bromeliaceae. En Anderson, W. R. (editor). *Flora Novo-Galiciana* **15**. The University of Michigan Herbarium. Pp. 2-84.

- Méndez A. 2007. *Aportes al conocimiento de las epífitas (Bromeliaceae, Cactaceae y Orchidaceae) en dos tipos de vegetación del Municipio de Pánuco, Veracruz*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Campus Poza Rica- Tuxpan. Universidad Veracruzana.
- Mondragon CDM., Ramírez MIM., Flores CM. y García-Franco JG. 2011. *La familia Bromeliaceae en México*. SAGARPA-SNICS-SINAREFI, Texcoco, Estado de México.
- Ramírez RF. 1999. *Flora y vegetación de la sierra de Santa Marta, Veracruz*. Mexico D. F. Facultad de Ciencias, UNAM. 409 p.
- Ramírez MI. y Carnevali FC. 2003. A new species of *Tillandsia* (Bromeliaceae) from the Mexican Yucatán Peninsula. *Novon* **13**: 209–211
- Ramírez RK. 2013. *Potencial de hibridación en tres especies dominantes de zonas perturbadas del género Tillandsia (bromeliaceae) en el centro de Veracruz, México*. Tesis de maestría, Xalapa, Veracruz. Instituto de Ecología, A. C. 61 pp.
- Smith LB. y Downs RJ. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica* **14**: 663-1492.
- Spencer MA. y Smith LB. 1993. Racinaea, a new genus of Bromeliaceae (Tillandsioideae). *Phytologia* **74**: 151-160.
- Trelease W. 1894. *Tillandsia utriculata* L. Missouri botanical garden annual report. 162-164.
- Uitley JF. 1994. Bromeliaceae. En: Davidse G M, Sousa S & A O Chater (eds.). *Flora Mesoamericana* **6**: 89-156.
- Valdivia QPE. 1976. *Estudio de las plantas epífitas de la región de Uxpanapa, Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura en Biología. México DF. UNAM.,.
- Viccon J. 2009. *Comparación de diversidad y composición florística de las epífitas vasculares de los bosques mesófilos de montaña del Mpio. de Atzacan y la región de Los Tuxtlas, Ver.* Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Biología, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana.
- Zolá MG. 1987. *La vegetación de Xalapa, Veracruz*. Xalapa, Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. 155 p.

Apéndice 1. Datos de colecta, ejemplares examinados:

Tillandsia polystachia X *schiedeana*

Gerardo Torres Cantú No. 1630 (CHAPA) Localidad Finca Bola de Oro, Municipio de Coatepec, unos 2 km delante de la localidad de Tuzamapan, un kilómetro al sur de la carretera Xalapa-Totutla, 19°23'0.63"N y 96°52'13.80"O, 693 msnm. 23 de abril del 2015. Vegetación secundaria, Cafetal de sombra, derivado de Selva Mediana Subcaducifolia en transición con encinar tropical. Suelo arcilloso, somero, sobre roca caliza expuesta. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila en la base y amarillo hacia el la parte apical, pétalos ligeramente involutos en el ápice. Ejemplar encontrado sobre *Enterolobium cyclocarpum*, asociada a *Tillandsia polystachia*, *T. schiedeana*, *T. juncea*, *T. ionantha*, *Catopsis sessiliflora* (Ruiz & Pav.) Mez, *Camaridium densum* (Lindl.) M.A.Blanco, *Rhipsalis baccifera* (Sol.) Stearn y *Polypodium* sp.

Gerardo Torres Cantú No. 1632 (CHAPA) Localidad Finca Bola de Oro, Municipio de Coatepec, unos 2 km delante de la localidad de Tuzamapan, un kilómetro al sur de la carretera Xalapa-Totutla, 19°22'53.73"N y 96°52'12.35"O, 654 msnm. 23 de abril del 2015. Vegetación secundaria, Cafetal de sombra, derivado de Selva Mediana Subcaducifolia en transición con encinar tropical. Suelo arcilloso, somero, sobre roca caliza expuesta. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila en la base y amarillo hacia el la parte apical, pétalos ligeramente involutos en el ápice. Sobre *Quercus oleoides*, asociada a *Tillandsia polystachia*, *T. schiedeana*, *T. ionantha*, *T. recurvata* (L.) L., *Catopsis nutans* (Sw.) Griseb. y *Phlebodium aureum* (L.) J. Sm.

Tillandsia polystachia X *belloensis*

Gerardo Torres Cantú No. 1691 Localidad Lomas Verdes-La Reserva, Municipio de Xalapa, 19°30'19.04 N y 96°52'52.32 O, 1282 msnm, 4 de agosto del 2016. Vegetación secundaria, potreros derivados de encinar tropical. Suelo arenoso. Especie epífita en floración, flores con corola de color blanco a lila degradado o con manchas. Sobre *Quercus* sp., asociada a *Tillandsia polystachia*, *T. belloensis*, *T. limbata*, *T. juncea*, *T. recurvata*, *Catopsis nutans*, *Epidendrum melistagum* Hágsater, *Dinema polybulbon* (Sw.) Lindl. y *Anthurium scandens* (Aubl.) Engl.

Gerardo Torres Cantú No. 1639 (CHAPA) Localidad La Orduña, libramiento Coatepec Primera etapa, Municipio de Coatepec, 19°28'3.39"N y 96°56'2.84"O, 1698 msnm, 4 de febrero de 2016. Vegetación secundaria, cafetal de sombra, derivado de Bosque Mesófilo de Montaña en transición con encinar tropical. Suelo arcilloso a arenoso. Especie epífita

en floración, flores con corola de color blanco a lila degradado o con manchas. Sobre *Liquidambar styraciflua* L., asociada a *Tillandsia polystachia*, *T. belloensis*, *T. heterophylla* E. Morren, *T. juncea*, *Catopsis nutans*, *Rhipsalis baccifera*, *Anthurium scandens* y *Polypodium* sp.

Gerardo Torres Cantú No. 1652 (CHAPA). Localidad Campo Chico, Municipio de Iztaczoitlan, 18°49'22.17"N y 97° 0'9.61"O, 793 msnm, 14 de abril del 2016. Vegetación secundaria, cafetal de sombra y plantaciones ornamentales de *Heliconia* spp., *Alpinia* spp., *Zingiber* spp. entre otras, derivado de Selva Mediana Subcaducifolia. Suelo arcilloso. Especie epífita en floración, sobre *Inga vera* asociada a *Tillandsia polystachia*, *T. belloensis*, *T. juncea*, *Peperomia* sp. *Prostachea ochracea* (Lindl.) W.E. Higgins, *Epidendrum* sp. y *Rhipsalis baccifera*.

Tillandsia concolor* X *paucifolia

Gerardo Torres Cantú No. 1673 (CHAPA). Localidad Cerro Gordo, camino a Xoltepec-Cerro Gordo, Municipio de Emiliano Zapata, 19°26'18.20" N y 96°41'52.14" O, 579 msnm. 3 de julio del 2016. Vegetación secundaria, potreros derivados de encinar tropical. Suelo arenoso. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila. Sobre *Quercus oleoides*, asociada a *Tillandsia concolor*, *T. paucifolia*, *T. polystachia*, *T. ionantha* y *T. recurvata*.

Gerardo Torres Cantú No. 1520 (CHAPA). Localidad Cerro Azul, sierra Monte de Oro, municipio de Alto Lucero, 19°32'17.54" N y 96°25'36.51" O, 185 msnm, 26 de julio del 2015. Vegetación secundaria, potreros derivados de Selva baja caducifolia. Suelo arenoso. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila. Sobre *Zantoxylum fagara*, asociada a *Tillandsia concolor*, *T. paucifolia*, *T. schiedeana* y *T. recurvata*.

Tillandsia concolor* X *streptophylla

Gerardo Torres Cantú No. 1533 (CHAPA). Localidad camino Monte Oscuro-Tacotalpan, Municipio de Apazapan, 19°22'13.19"N y 96°44'0.24"O, 603 msnm. 15 de agosto del 2015. Vegetación secundaria, plantaciones de limón y mango derivadas de encinar tropical. Suelo arenoso. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila. Sobre *Quercus* sp., asociada a *Tillandsia concolor*, *T. streptophylla*, *T. limbata*, *T. schiedeana* y *Pleopeltis* sp.

Tillandsia concolor* X *ionantha

Gerardo Torres Cantú No. 1641 (CHAPA). Localidad Vaqueria, municipio de Coatepec, 19°24'23.37"N y 96°50'2.71"O, 873 msnm, 2 de abril del 2016. Vegetación secundaria, plantaciones de café y mango, derivadas de

encinar tropical. Suelo arenoso a arcilloso. Especie epífita en floración pétalos lilas, sobre *Cedrella odorata*, asociada a *Tillandsia concolor*, *T. ionantha*, *T. polystachia*, *T. limbata* Schltdl., *T. recurvata*, *Anturium scandens*, *Rhipsalis baccifera*, *Camaridium densum*, *Laelia anceps* Lindl. y *Polypodium* sp.

Gerardo Torres Cantú 1676 (CHAPA). Localidad Cerro Gordo, camino a Xoltepec, 19°26'43.78"N y 96°41'27.15"O, 569 msnm. 3 de julio del 2016. Vegetación secundaria, potreros derivados de encinar tropical. Suelo arenoso. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila. Sobre *Quercus oleoides*, asociada a *Tillandsia concolor*, *T. ionantha*, *T. paucifolia*, *T. polystachia*, *T. brachycaulos* y *T. recurvata*.

Tillandsia concolor* X *juncea

Gerardo Torres Cantú No. 1523 y 1524 (CHAPA). Localidad Cerro Monte de Oro, Municipio de Alto Lucero. 19°40'49.80" N y 96°25'44.46" O, 126 msnm, 26 de julio del 2015. Vegetación secundaria, potreros derivados de Selva Baja Caducifolia. Suelo arenoso, con rocas calizas expuestas. Especie rupícola en floración, flores con corola de color lila. Sobre rocas calizas, asociada a *Tillandsia juncea*, *T. concolor* se observa abundante en los arboles cercanos, la mayoría de estos *Quercus oleoides*.

Tillandsia ionantha* X *schiedeana

Gerardo Torres Cantú No. 1623 (CHAPA). Localidad Finca Bola de Oro, Localidad Tuzamapan, Municipio de Coatepec, unos 2 km delante un kilómetro al sur del poblado de Tuzamapan sobre la carretera Xalapa-Totutla, 19°23'0.63"N y 96°52'13.80"O, 693 msnm. 23 de abril del 2015. Vegetación secundaria, cafetal de sombra, derivado de Selva Mediana Subcaducifolia en transición con encinar tropical. Suelo arcilloso, somero, sobre roca caliza expuesta. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila en la base y amarillo hacia el la parte apical, pétalos ligeramente involutos en el ápice. Ejemplar encontrado sobre *Enterolobium cyclocarpum*, asociada a *Tillandsia ionantha*, *T. schiedeana*, *T. juncea*, *Catopsis sessiliflora*, *Syngonium podophyllum* Schott, *Rhipsalis baccifera* y *Polypodium* sp.

Tillandsia polystachia* X *balbisiana

Gerardo Torres Cantú No. 1541 (CHAPA). Localidad camino Monte Oscuro-Tacotalpan, Municipio de Apazapan, 19°22'13.19"N y 96°44'0.24"O, 603 msnm. 15 de agosto del 2015. Vegetación secundaria, plantaciones de limón y

mango derivadas de encinar tropical. Suelo arenoso. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila. Sobre *Quercus oleoides*., asociada a *Tillandsia polystachia*, *T. balbisiana*, *T. concolor*, *T. streptophylla*, *T. limbata* y *T. schiedeana*.

Gerardo Torres Cantú No. 1613 (CHAPA). Localidad Tigrillos, Municipio de Emiliano Zapata, unos 3.5 km al norte de la población de Tigrillos sobre el camino de terracería que va de Palmarejo a Carrizal, 19°23'09.01"N y 96°39'30.12" O, 372 msnm. 21 de abril del 2015. Vegetación secundaria, acahual, derivado de Selva Baja Caducifolia en transición con encinar tropical. Suelo arcilloso, somero, sobre roca caliza expuesta. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila en la base y amarillo hacia el la parte apical, pétalos ligeramente involutos en el ápice. Ejemplar encontrado sobre *Quercus oleoides*, asociado a *Tillandsia polystachia*, *T. balbisiana*, *T. schiedeana*, *T. juncea*, *Catopsis sessiliflora*, *T. ionantha*.

Tillandsia brachycaulos X ionantha

Gerardo Torres Cantú No. 1621 (CHAPA). Localidad Finca Bola de Oro, Localidad Tuzamapan, Municipio de Coatepec, unos 2 km delante un kilómetro al sur de la población de Tuzamapan sobre la carretera Xalapa-Totutla, 19°23'13.2" N y 96°52'38.79" O, 705 msnm, 23 de abril del 2015. Vegetación secundaria, cafetal de sombra, derivado de Selva Mediana Subcaducifolia en transición con encinar tropical. Suelo arcilloso, somero, sobre roca caliza expuesta. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila en la base y amarillo hacia el la parte apical, pétalos ligeramente involutos en el ápice. Ejemplar encontrado sobre *Enterolobium cyclocarpum*, asociada a *Tillandsia ionantha*, *T. schiedeana*, *T. juncea*, *Catopsis sessiliflora*, *Syngonium podophyllum*, *Rhipsalis baccifera* y *Polypodium* sp.

Gerardo Torres Cantú 1678 (CHAPA). Localidad Cerro Gordo, camino a Xoltepec-Cerro Gordo, Municipio de Emiliano Zapata, 19°26'18.20" N y 96°41'52.14" O, 579 msnm. 3 de julio del 2016. Vegetación secundaria, potreros derivados de encinar tropical. Suelo arenoso. Especie epífita en floración, flores con corola de color lila. Sobre *Quercus oleoides*, asociada a *Tillandsia bracycaulos* *T. ionantha*, *T. concolor*, *T. paucifolia*, *T. polystachia* y *T. recurvata*.