

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Actualización del listado de especies, riqueza y distribución
de la familia Bromeliaceae en Guatemala

Trabajo de Graduación presentado por

Rafael Grajeda Estrada

para optar al grado de Licenciado en Biología

Guatemala

2020

Actualización del listado de especies, riqueza y distribución
de la familia Bromeliaceae en Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Actualización del listado de especies, riqueza y distribución
de la familia Bromeliaceae en Guatemala

Trabajo de Graduación presentado por

Rafael Grajeda Estrada

para optar al grado de Licenciado en Biología


Guatemala

2020


Vo.Bo.:

(f) 
Lic. María Renée Álvarez Ruano

Tribunal Examinador:

(f) 
Lic. María Renée Álvarez Ruano

(f) 
Lic. Ana Isabel García Ambrosy

(f) 
Dr. Michael W. Dix

Fecha de aprobación: Guatemala, 15 de junio del 2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me han acompañado y me han apoyado durante este tiempo de aprendizaje,

A mi mamá y papá por darme la confianza y oportunidad de estudiar biología a pesar de no ser una profesión tradicional, por los consejos, la ayuda y el amor incondicional que siempre me han dado.

A mi hermano, que siempre estuvo presente durante los momentos difíciles, enseñarme a siempre ser mejor y su ayuda durante los últimos años universitarios.

A mis amigos, que hace cinco años nos embarcamos juntos en una aventura increíble e inolvidable de la cuál he aprendido mucho, les tengo un cariño especial a Solé, Marcelo, Javier, Sofia, Juan Pablo, Majo, Lulu, Margarita, Andrés, Isa y Pablo.

A las amigas y amigos que conocí durante este camino, son muy especiales para mí y los aprecio mucho a Isa C., Margarita C., Isa A., Anaisa, Lulu, Analu, Adriana L., Priscila, José Javier, Juan y Eliane.

A mis amigos que conocí antes de esta etapa universitaria, sé que siempre estarán allí a pesar de la distancia, a Jenifer, Lulu, Estefanía, Alejandro, Adriana, Michelle y Jime.

A todas las personas que me han enseñado mucho estos años académica y profesionalmente, especialmente a María Renée Álvarez que me dio el apoyo y la oportunidad de conocer y crecer desde un principio; gracias por los consejos, de los cuales he aprendido mucho y sé que me servirán para mi vida personal y profesional.

Al doctor Michael W. Dix que me ha compartido su conocimiento sobre las orquídeas y bromelias de Guatemala, siempre acompañado de alguna historia peculiar sobre sus viajes de campo.

A Diego Incer, por facilitarme los datos climáticos para la elaboración de los mapas y el análisis de esta investigación.

Por último, a Maura Quezada, Andrea Marroquín y Alicia Díaz del USCG, al Ing. Castillo y David Mendieta del AGUAT, y a Rosalito Barrios y Mario Véliz del BIGU; por permitirme el acceso a los herbarios y recolectar información sobre la familia.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	VII
LISTADO DE CUADROS	XI
LISTADO DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES.....	3
A. FAMILIA BROMELIACEAE.....	3
B. BROMELIACEAE EN GUATEMALA	10
C. ESTUDIOS PREVIOS.....	13
III. JUSTIFICACIÓN	15
IV. OBJETIVOS	17
V. METODOLOGÍA	19
A. LISTADO DE BROMELIACEAE	19
B. ANÁLISIS DE LA RIQUEZA NACIONAL DE BROMELIACEAE.....	22
C. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN.....	23
D. COMPARACIÓN DE ESPECIES MORFOLÓGICAMENTE SIMILARES	24
E. CORRELACIÓN AMBIENTAL.....	24
VI. RESULTADOS.....	25
A. LISTADO GENERAL	25
B. RIQUEZA NACIONAL DE BROMELIACEAE EN GUATEMALA.....	33
C. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE BROMELIACEAE PRESENTES EN GUATEMALA	42
D. ESPECIES DE BROMELIACEAE PRESENTES EN GUATEMALA CON SIMILITUDES MORFOLÓGICAS.....	71
E. CORRELACIÓN DE LOS GÉNEROS DE BROMELIACEAE PRESENTES EN GUATEMALA A VARIABLES CLIMÁTICAS Y ALTITUDINALES.....	80
VII. DISCUSIÓN	83
A. LISTADO DE LAS ESPECIES Y RIQUEZA DE BROMELIAS (BROMELIACEAE) PRESENTES EN GUATEMALA	83
B. GRADO DE AMENAZA Y ENDEMISMO	85
C. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE BROMELIAS (BROMELIACEAE) PRESENTES EN GUATEMALA	86

D. CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE REGISTROS POR GÉNEROS DE BROMELIACEAE EN GUATEMALA Y LAS VARIABLES CLIMÁTICAS Y ALTITUDINALES.....	98
VIII. CONCLUSIONES	101
IX. RECOMENDACIONES	103
X. LITERATURA CITADA	105
XI. ANEXOS	117

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1. Extensión, ubicación y condiciones climáticas de las trece zonas de vidas presentes en Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Holdridge.....	20
Cuadro 2. Listado de especies con los nombres científicos y el autor.....	25
Cuadro 3. Especies presentes en Guatemala que han sido evaluadas para determinar su grado de amenaza según el CONAP, CITES y/o UICN.	28
Cuadro 4. Especies de Bromeliaceae reportadas para el país que no se observaron.	32
Cuadro 5. Cantidad de especies reportadas por cada género de Bromeliaceae según la literatura y bases de datos.....	33
Cuadro 6. Registros de Bromeliaceae por herbario y base de datos en línea.	35
Cuadro 7. Riqueza de especies de la familia Bromeliaceae presentes en Guatemala.....	37
Cuadro 8. Número de registros de los especímenes de la familia Bromeliaceae, el área superficial, los registros por unidad de área y el número de zonas de vida por departamento de Guatemala. ...	38

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de los 5 ecofisiotipos de bromelias, según Benzing (2000) y Dix y Dix (2006): A. <i>Hechtia guatemalensis</i> , B. <i>Aechmea magdalenae</i> , C. <i>A. bracteata</i> , D. <i>Tillandsia yunckeri</i> y E. <i>T. magnusiana</i>	5
Figura 2. Mapa de distribución mundial de Bromeliaceae.	7
Figura 3. Árbol filogenético de máxima parsimonia de las relaciones entre las subfamilias de Bromeliaceae.....	9
Figura 4. Mapa de las trece zonas de vida presentes en Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Holdridge.	19
Figura 5. Venta navideña de productos no maderables en la región del altiplano occidental de Guatemala con diferentes especies de <i>Tillandsia</i> ; A. <i>T. guatemalensis</i> y <i>T. ponderosa</i> , B. <i>T.</i> <i>ponderosa</i> y C. <i>T. usenoides</i>	30
Figura 6. Histograma con los porcentajes de las bromelias endémicas nacionales, regionales o que tienen una distribución amplia.	31
Figura 7. Mapa de distribución nacional con las colectas o registros de bromelias (Bromeliaceae) por herbarios.	36
Figura 8. Riqueza de especies y géneros de la familia Bromeliaceae distribuidas en los departamentos de Guatemala.	39
Figura 9. Mapa de distribución de las colectas de la familia Bromeliaceae por zonas de vida en Guatemala.	40
Figura 10. Riqueza de especies y géneros de la familia Bromeliaceae distribuidas en las zonas de vida de Guatemala.....	41
Figura 11. Mapa de distribución del género <i>Aechmea</i>	42
Figura 12. Mapa de distribución de los géneros <i>Ananas</i> , <i>Androlepis</i> y <i>Billbergia</i>	43
Figura 13. Mapa de distribución del género <i>Bromelia</i>	44
Figura 14. Mapa de distribución del género <i>Catopsis</i> con <i>C. berteroniana</i> , <i>C. morreniana</i> , <i>C. nitida</i> , <i>C. nutans</i> , <i>C. paniculata</i> y <i>C. sessiliflora</i>	45
Figura 15. Mapa de distribución del género <i>Catopsis</i> con <i>C. delicatula</i> , <i>C. juncifolia</i> , <i>C. minimiflora</i> y <i>C. wawraea</i>	46
Figura 16. Mapa de distribución del género <i>Catopsis</i> con <i>C. floribunda</i> , <i>C. glaucophylla</i> , <i>C. montana</i> , <i>C. pedicellata</i> , <i>C. subulata</i> y <i>C. wangerinii</i>	47
Figura 17. Mapa de distribución de los géneros <i>Fosterella</i> , <i>Greigia</i> , <i>Guzmania</i> y <i>Hohenbergiopsis</i>	48
Figura 18. Mapa de distribución de los géneros <i>Hechtia</i> y <i>Lemeltonia</i>	49
Figura 19. Mapa de distribución del género <i>Pitcairnia</i> con <i>P. atrorubens</i> , <i>P. carioana</i> , <i>P. flexuosa</i> y <i>P. puberula</i>	50
Figura 20. Mapa de distribución del género <i>Pitcairnia</i> con <i>P. calderonii</i> , <i>P. flagellaris</i> , <i>P. saxicola</i> y <i>P. wilburiana</i>	51

Figura 21. Mapa de distribución del género <i>Pitcairnia</i> con <i>P. heterophylla</i> , <i>P. imbricata</i> , <i>P. punicea</i> , <i>P. recurvata</i> , <i>P. tuerckheimii</i> y <i>P. wendlandii</i>	52
Figura 22. Mapa de distribución de los géneros <i>Pseudalcantarea</i> y <i>Racinaea</i>	53
Figura 23. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. argentea</i> , <i>T. filifolia</i> , <i>T. fuchsii</i> , <i>T. ionantha</i> y <i>T. kolbii</i>	54
Figura 24. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. balbisiana</i> , <i>T. belloensis</i> y <i>T. polystachia</i>	55
Figura 25. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. brachycaulos</i> , <i>T. capitata</i> , <i>T. lautneri</i> , <i>T. riohondoensis</i> , <i>T. trigalensis</i> y <i>T. velutina</i>	56
Figura 26. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. bulbosa</i> , <i>T. butzii</i> , <i>T. paucifolia</i> , <i>T. pruinosa</i> , <i>T. pseudobaileyi</i> y <i>T. seleriana</i>	57
Figura 27. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. caput-medusae</i> , <i>T. flabellata</i> , <i>T. recurvata</i> , <i>T. schiedeana</i> , <i>T. usneoides</i> y <i>T. variabilis</i>	58
Figura 28. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. carrilloi</i> , <i>T. chlorophylla</i> , <i>T. streptophylla</i> , <i>T. xerographica</i> y <i>T. zacapanensis</i>	59
Figura 29. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. comitanensis</i> , <i>T. cucaensis</i> , <i>T. dasyliriifolia</i> , <i>T. izabalensis</i> y <i>T. utriculata</i>	60
Figura 30. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. polita</i> , <i>T. rodrigueziana</i> , <i>T. tecpanensis</i> , <i>T. vicentina</i> y <i>T. welzii</i>	61
Figura 31. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. acostae</i> , <i>T. concolor</i> , <i>T. fasciculata</i> , <i>T. punctulata</i> , <i>T. rotundata</i> y <i>T. tricolor</i>	62
Figura 32. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. festucoides</i> , <i>T. juncea</i> , <i>T. remota</i> , <i>T. setacea</i> y <i>T. stoltenii</i>	63
Figura 33. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. excelsa</i> , <i>T. guatemalensis</i> , <i>T. leiboldiana</i> , <i>T. orogenes</i> y <i>T. standleyi</i>	64
Figura 34. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. harrisii</i> , <i>T. magnusiana</i> , <i>T. matudae</i> y <i>T. plagiotropica</i>	65
Figura 35. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. imperialis</i> , <i>T. mateoensis</i> , <i>T. ponderosa</i> y <i>T. yunckeri</i>	66
Figura 36. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. kretzii</i> , <i>T. lampropoda</i> , <i>T. multicaulis</i> , <i>T. nervata</i> y <i>T. verapazana</i>	67
Figura 37. Mapa de distribución del género <i>Tillandsia</i> con <i>T. deflexa</i> , <i>T. eizii</i> y <i>T. lucida</i>	68
Figura 38. Mapa de distribución de las especies <i>Vriesea heliconioides</i> , <i>Wallisia anceps</i> y <i>Werauhia gladioliflora</i>	69
Figura 39. Mapa de distribución del género <i>Werauhia</i> con <i>W. hygrometrica</i> , <i>W. montana</i> , <i>W. pectinata</i> , <i>W. pycnantha</i> , <i>W. viridiflora</i> y <i>W. werckleana</i>	70
Figura 40. Fotografías de: A. <i>Tillandsia argentea</i> , B. <i>T. fuchsii</i> y C. <i>T. filifolia</i>	71
Figura 41. Fotografías de: A. <i>Tillandsia polystachia</i> , B. <i>T. balbisiana</i> y C. <i>T. belloensis</i>	71

Figura 42. Fotografías de: A. <i>Tillandsia lautneri</i> , B. <i>T. trigalensis</i> , C. <i>T. riohondoensis</i> , D. <i>T. capitata</i> , E. <i>T. velutina</i> y F. <i>T. brachycaulos</i>	72
Figura 43. Fotografías de: A. <i>Tillandsia pruinosa</i> , B.-C. <i>T. seleriana</i>	73
Figura 44. Fotografías de: A. <i>Tillandsia streptophylla</i> , B. <i>T. xerographica</i> , C. <i>T. carrilloi</i> y D. <i>T. zacapanensis</i>	74
Figura 45. Fotografías de: A. <i>Tillandsia vicentina</i> , B. <i>T. tecpanensis</i> , C. <i>T. welzii</i> , D. <i>T. rodrigueziana</i> , E. <i>T. rotundata</i> , F.-G. <i>T. fasciculata</i> , H. <i>T. polita</i> , L. <i>T. tricolor</i> , J. <i>T. concolor</i> , K. <i>T. acostae</i> y L. <i>T. punctulata</i>	75
Figura 46. Fotografías de: A. <i>Tillandsia standleyi</i> , B. <i>T. orogenes</i> , C.-E. <i>T. leiboldiana</i> , F-G. <i>T. excelsa</i> y H.-I. <i>T. guatemalensis</i>	76
Figura 47. Fotografías de: A. <i>Tillandsia harrisii</i> , B. <i>T. plagiotropica</i> , C. <i>T. matudae</i> y D. <i>T. magnusiana</i>	77
Figura 48. Fotografías de: A.-B. <i>Tillandsia imperialis</i> , C.-D. <i>T. yunckeri</i> y E. <i>T. ponderosa</i>	78
Figura 49. Fotografías de: A. <i>Tillandsia nervata</i> , B.-C. <i>T. kretzii</i> , D. <i>T. multicaulis</i> , E. <i>T. verapazana</i> y F. <i>T. lampropoda</i>	79
Figura 50. Fotografías de una posible hibridación entre dos especies del género <i>Tillandsia</i> , A) <i>T. schiedeana</i> , B) <i>T. x schiedeana</i> , C) <i>T. bulbosa</i> y D) <i>T. pseudobaileyi</i>	79
Figura 51. Géneros de bromelias en Guatemala y el porcentaje de contribución de cada variable ambiental al modelo de distribución.....	80

RESUMEN

Esta investigación consiste en la actualización del listado de la familia Bromeliaceae en Guatemala, un grupo caracterizado por su distribución neotropical con un centro de diversidad en Mesoamérica (Givnish *et al.* 2011). Estas tienen varios roles ecológicos en los ecosistemas donde se encuentran y son importantes cultural y económicamente; sin embargo, están amenazadas por el cambio climático y la extracción de vida silvestre. El último trabajo dedicado a conocer la riqueza a nivel nacional se realizó en el año 2006, desde su elaboración se han reportado nuevas especies y actualizaciones taxonómicas que no tiene esa investigación (Dix y Dix 2006). Para esto se realizó una revisión de literatura, se visitaron las colecciones de 4 herbarios nacionales y se recopiló la información de bases de datos en línea generando una base de datos digital con 3,723 registros. Luego se elaboró un listado de las especies de bromelias presentes en el país con 154 especies pertenecientes a 20 géneros y cuatro subfamilias, cada una con la información del voucher de algunos especímenes evaluados. Con la base de datos georeferenciados se realizó un análisis de la riqueza en los departamentos y zonas de vida del país, se elaboraron 32 mapas de distribución de cada 137 especies; se observó que todos los departamentos tienen presencia de bromelias y no hay registros en el bosque pluvial sub-andino tropical. Hay 39 especies endémicas, de las cuales 23 son regionales y 16 se encuentran únicamente en Guatemala. Solo se han evaluado 26 especies para determinar su grado de amenaza. Los géneros con mayor riqueza de especies son *Tillandsia*, *Catopsis* y *Pitcairnia*, y las tillandsias tienen la distribución más amplia ya que se encuentra en todos los departamentos y zonas de vida con presencia de esta familia. No hay una distribución definida para 17 especies de las cuales han sido poco observadas o colectadas, solo se conocen a partir del espécimen tipo o son parte de algún complejo taxonómico que dificulta su identificación. Se identificaron vacíos de información en algunas regiones del país como Petén, la costa sur, Totonicapán, el norte de Alta Verapaz y Quiché, y el este de Jalapa. Además, se identificaron 10 complejos de especies dentro del género *Tillandsia* que son morfológicamente similares. Por último, las variables ambientales que más contribuyen a la distribución de los géneros de bromelias son la elevación para los géneros *Ananas*, *Catopsis*, *Greigia*, *Guzmania*, *Pitcairnia*, *Tillandsia*, *Vriesea* y *Werauhia*, y la precipitación contribuye a la distribución de *Androlepis*, *Billbergia*, *Bromelia*, *Fosterella*, *Hechtia* y *Pseudalcantarea*. La distribución de los géneros *Aechmea*, *Hohenbergiopsis* y *Racinaea* está correlacionada a la precipitación. Estas tres variables ambientales están relacionadas entre sí por el gradiente adiabático que determina el cambio de precipitación y temperatura respecto al cambio en la elevación.

I. INTRODUCCIÓN

Las plantas pertenecientes a la familia Bromeliaceae se caracterizan por tener adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les ha permitido colonizar una gran variedad de ecosistemas en el Nuevo Mundo (Benzing 2000, Christenhusz *et al.* 2017, Givnish *et al.* 2011, Smith y Till 1998). Su importancia en los ecosistemas radica en la captación de carbono y agua, generación de biomasa, hábitat para otros organismos y su participación en la sucesión forestal. La importancia económica y cultural se debe al cultivo y/o extracción para la producción de fibras, alimento (por ejemplo, la piña), uso ceremonial y principalmente se comercia por su atractivo ornamental (Dix y Dix 2006, Ladino *et al.* 2019).

En Guatemala, esta familia representa aproximadamente el 1.4% de la diversidad florística (CONAP 2008, Dix y Dix 2006). La historia geológica, ubicación geográfica y los factores abióticos como la precipitación, altitud y temperatura, favorecen a la diversidad florística que existe en el país; por lo tanto, esto lo hace un lugar con gran riqueza de especies en ciertos grupos como la familia Bromeliaceae. Esto favoreció a la aparición de taxones endémicos regionales o nacionales, que tienen distribuciones y nichos ecológicos restringidos. Otras especies están amenazadas o son vulnerables a cambios en el ecosistema debido a sus requerimientos ecológicos, poblaciones restringidas, cambio climático, cambio de uso de suelo, fragmentación de hábitat y extracción ilegal. Además, hay pocos estudios dedicados únicamente a esta familia para comprender su distribución y riqueza a nivel nacional. Los últimos estudios que se realizaron en esta línea son la revisión de la familia a nivel nacional por Dix y Dix (2006), y la guía que toma en cuenta únicamente al género *Tillandsia* por Mario Véliz (2010). Desde entonces se han realizado actualizaciones taxonómicas, descripciones de nuevas especies y reportes de especies con distribuciones amplias que todavía no se han registrado para Guatemala. Los listados del World Checklist of Selected Plant Families de KEW y Tropicos.org tienen información relevante de esta familia para Guatemala (WCSP 2019, Tropicos.org 2019). Para complementar esta información, las colecciones biológicas representan una fuente primaria de datos. Los herbarios nacionales son las instituciones encargadas de conocer, coleccionar, registrar y almacenar el material vegetal para comprender mejor la flora de Guatemala. Las zonas de vida del país pueden dar información importante sobre la distribución de Bromeliaceae en el país, ya que la clasificación de estas incluye variables ambientales de elevación, temperatura y precipitación y se pueden asociar a diferentes tipos de bosques. Tomando estas consideraciones, se realizó una revisión de literatura, una recopilación de registros de Bromeliaceae en Guatemala y un mapeo para visualizar la distribución de las especies en los departamentos y zonas de vida. De esta manera se tiene una descripción actualizada de la riqueza de bromelias en el país y se pueden observar áreas de importancia para realizar estudios futuros relacionados con las especies de Bromeliaceae de Guatemala.

II. ANTECEDENTES

A. Familia Bromeliaceae

1. Riqueza

La aparición de este grupo de plantas fue aproximadamente hace 100 millones de años, pero la radiación en su diversidad se puede trazar desde hace 20 millones de años. La gran diversidad que hay en la familia se debe a todas las adaptaciones anatómicas, morfológicas, fisiológicas y ecológicas del grupo (Christenhusz *et al.* 2017; Givnish *et al.* 2011). Las bromelias son plantas vasculares monocotiledóneas que pertenecen a la familia Bromeliaceae dentro del Orden Poales. Actualmente la Familia contiene aproximadamente 3,475 especies, en 62 géneros. Estas se distribuyen en ocho Subfamilias separadas por caracteres morfológicos y moleculares (Christenhusz *et al.* 2017).

2. Morfología

La familia Bromeliaceae se caracteriza por tener plantas herbáceas o arbustivas perennes, con hábitos epífitos, saxícolas o terrestres. La principal función de las raíces es la fijación al sustrato, y en pocas especies son funcionales para la absorción de nutrientes. Los tallos, caulescentes o acaulescentes, son rizomatosos para aumentar la reproducción vegetativa por medio de propágulos. Las hojas están dispuestas en roseta a lo largo del tallo, o pueden estar ausentes; son simples, cóncavas hacia el haz, y traslapadas una sobre otra; los márgenes pueden ser enteros o aserrado-espinosos; tienen una superficie cubierta por tricomas peltados, escamosos, setosos o hirsutos. Del meristemo apical, se produce una inflorescencia terminal con brácteas de colores llamativos, puede tener forma de racimo, espiga o capítulo. En la mayoría de las especies, las flores son bisexuales y bracteadas; su periantio es biseriado en múltiplos de 3, con sépalos y pétalos diferenciados, o solo los 6 tépalos; tienen de 3 a 6 estambres en dos verticilos; el gineceo es sincárpico, con el ovario súpero o ínfero de 3 carpelos y 3 lóculos, y su pistilo solitario con estigma tripartido y retorcido. Los frutos son principalmente bayas o cápsulas, rara vez son sorosis como en la piña (*Ananas comosus* L.). Las semillas son aladas, plumosas o glabras (Simpson 2010; Smith 1958; Smith y Till 1998; Utley 1994; Utteridge y Bramley 2016).

3. Adaptaciones fisiológicas y morfológicas

Las bromelias se caracterizan por tener adaptaciones fisiológicas importantes al modificar su metabolismo fotosintético y los procesos para la absorción de nutrientes y obtención de agua (Benzing 2000). En la familia se encuentra plantas con metabolismo C3 o CAM (“Crassulacean Acid Metabolism”), que indican la cantidad de carbonos involucrados en sus rutas metabólicas y el momento durante el día en el que abren sus estomas foliares para obtener dióxido de carbono y agua (Crayn *et al.* 2004; Crayn *et al.* 2015; Schulte *et al.* 2005). Las plantas C3 incorporan el dióxido de carbono en un compuesto de 3 carbonos, sus estomas se abren durante el día, y la fotosíntesis ocurre

en todos los tejidos de la hoja (Martin 1994); mientras que las plantas CAM alternan su metabolismo en la noche y el día, para sobrevivir en ambientes xéricos. Durante la noche abren sus estomas e integran el CO₂ en un compuesto ácido; en el día cierran sus estomas para evitar la pérdida de agua y se activa el ciclo de Calvin para producir azúcares (Ceusters *et al.* 2014). Estos metabolismos les confieren ventajas adaptativas como la resistencia al estrés hídrico, alta exposición lumínica, y evitar el exceso de transpiración (Benzing 2000; Cach-Pérez *et al.* 2014).

La presencia, densidad y forma de los tricomas es una de las adaptaciones más importantes para la familia (Benzing 2000; Stefano *et al.* 2006). Los tricomas se originan a partir de la epidermis foliar, funcionan como una capa protectora contra patógenos y depredadores; también funcionan como una superficie reflectante del exceso lumínico que puede dañar los tejidos fotosintéticos. La mayoría de las bromelias tienen un sistema radicular poco absorbente, por lo que los tricomas cumplen ese rol para absorber agua y nutrientes, facilitando su adhesión y absorción (Smith y Till 1998). Durante la época lluviosa estos nutrientes son arrastrados por el agua y llegan a las hojas con mayor facilidad. Otra estrategia que utilizan algunas bromelias para captar agua y nutrientes son los tanques de agua que se producen en el centro de sus hojas arrosadas. A estos tanques se les conoce como fitotelmatas, y dentro de ellos ocurren procesos de descomposición que producen nutrientes biodisponibles para las plantas (Males 2016).

A partir de estas adaptaciones fisiológicas y morfológicas, las bromelias se pueden agrupar en cinco tipos ecofisiológicos con caracteres que les permiten vivir en diferentes hábitats (Males y Griffiths 2017). Estos son:

1. Tipo 1: con raíces absorbentes, sin fitotelmatas ni tricomas absorbentes, su metabolismo es C3 o CAM, y tienen un hábito terrestre (Fig. 1a) (Benzing 2000; Dix y Dix 2006).
2. Tipo 2: con raíces y tricomas absorbentes, su fitotelmata está poco desarrollado, y son terrestres con metabolismo CAM (Fig. 1b) (Benzing 2000; Dix y Dix 2006).
3. Tipo 3: sus raíces únicamente cumplen la función de sostén y la mayoría de los nutrientes son absorbidos por medio de los tricomas, suelen tener un metabolismo CAM, y tienen hábitos terrestres, epífitos o saxícolas (Fig. 1c) (Benzing 2000; Dix y Dix 2006).
4. Tipo 4: tienen las mismas adaptaciones que las Tipo 3, a diferencia que tienden a formar tanques y su metabolismo es C3 (Fig. 1d) (Benzing 2000; Dix y Dix 2006).
5. Tipo 5: absorben los nutrientes únicamente a través de los tricomas en su superficie foliar, no forman fitotelmatas, tienen un metabolismo CAM, y su hábito es epífita o saxícola (Fig. 1e) (Benzing 2000; Dix y Dix 2006).

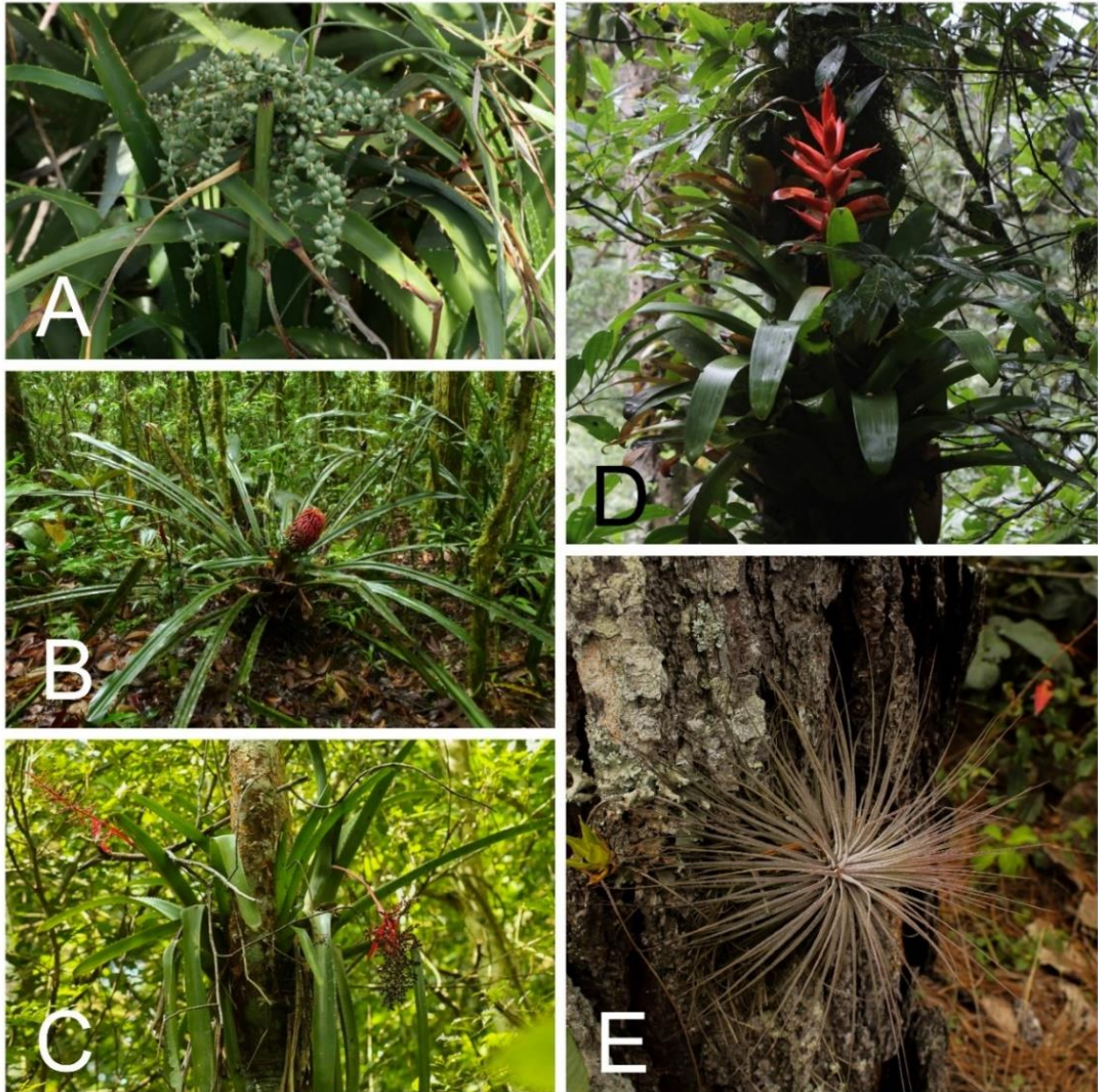


Figura 1. Ejemplos de los 5 ecofisiotipos de bromelias, según Benzing (2000) y Dix y Dix (2006): A. *Hechtia guatemalensis* (O.M. Montiel 2009), B. *Aechmea magdalenae* (Andreas Kay 2019), C. *A. bracteata* (R. Grajeda 2017), D. *Tillandsia yunckeri* (R. Grajeda 2019) y E. *T. magnusiana* (R. Grajeda 2018).

2. Ecología

La familia Bromeliaceae tienen varios roles ecológicos dentro del ecosistema, las fitotelmatas que forman con las rosetas de sus hojas son de los más importantes (Ladino *et al.* 2019; Monzón-Sierra y Dix 2018). La diversidad de organismos que utilizan los tanques de agua varía desde microorganismos como protozoos hasta mamíferos medianos. Se han registrado moluscos, artrópodos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estos los utilizan como fuente de agua en época seca, vivienda e incluso para su reproducción, de manera que son indispensables para completar el ciclo de vida de algunos organismos como la rana arbórea *Bromeliophyla bromeliacia* (Hylidae) (Köhler 2011). Otro ejemplo de mutualismo es el que las bromelias proveen de vivienda a otros

organismos es la relación que ocurre entre las hormigas y las especies que forman pseudobulbos con sus hojas. Las hormigas las protegen contra herbivoría, a cambio pueden anidar o refugiarse dentro de la planta. En ambos casos, las plantas se benefician absorbiendo los nutrientes provenientes de los detritos que permanecen en sus hojas (Kratina *et al.* 2017; Lounibos y Frank 2009; Richardson 1999).

Los depredadores pueden encontrar alimento como insectos y pequeños vertebrados que viven dentro de las bromelias. También se conoce que el néctar de las flores y las bayas de algunas especies son alimento importante para insectos, aves, murciélagos y mamíferos pequeños; por lo tanto, las plantas se ven beneficiadas por polinización y dispersión, aumentando así su éxito reproductivo (Aguilar-Rodríguez *et al.* 2019; Aguilar-Rodríguez *et al.* 2014; Carmo *et al.* 2014; Dix y Dix 2006; Kratina *et al.* 2017; Orozco-Ibarrola *et al.* 2015; Richardson 1999). Incluso se ha observado que monos arañas se comen el tallo o “corazón” de las plantas luego de remover hojas secas (Gomez-Escamilla *et al.* 2017).

Específicamente, las especies epífitas participan en la dinámica natural de bosque promoviendo los procesos sucesionales al abrir claros en el dosel. Esto sucede cuando la cantidad de bromelias y otras epífitas sobrepasan el peso que soportan las ramas de los árboles, haciéndolas caer. De esta manera, permiten una mayor cantidad de luz que entra al sotobosque cambiando así la comunidad de especies que allí se encontraban; ya que hay especies que son más tolerantes a la irradiación solar (Ladino *et al.* 2019). También se ha observado dentro de un bosque, que las bromelias tienen una distribución determinada por la especie de árbol hospedero. Estas relaciones son especie específicas; y se asocian a características del árbol como su longevidad, tamaño, arquitectura, propiedades de la corteza, aleloquímicos y el microhábitat que genera (Chaves, Dyonisio y Rossatto 2016; Einzmann, Beyschlag, Hofhansl, Wanek y Zotz 2014; Wagner, Mendieta-Leiva y Zotz 2015).

En los ecosistemas donde se encuentran las bromelias, se puede observar que tienen una función importante dentro de sus ciclos biogeoquímicos. Estas plantas son productoras primarias y acumuladores de biomasa, por su crecimiento lento y toda la biota asociada que vive dentro de ellas. Además, la cantidad de biomasa por todos los nutrientes y carbono que capturan o el material en descomposición entre sus hojas, pueden nutrir el suelo del bosque después de que termina su ciclo de vida (Benzing 2000; Ceja-Romero *et al.* 2008). Estas plantas también influyen en la captación de agua, por ejemplo, una población de *Hohenbergiopsis guatemalensis* puede captar entre 2,500 a 6,000 litros de agua por hectárea (Dix y Dix 2006).

Esta familia ha colonizado una gran variedad de hábitats, desde biomas tropicales hasta zonas templadas. Se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta más 3,000 metros de altura en las montañas. Además, sobreviven a ecosistemas extremos, cálidos o fríos, y con poca humedad; pero también ecosistemas más estables e intermedios de temperatura y con alta humedad o precipitación. Dependiendo del hábitat en el que se encuentran (selva, bosque, matorral, desierto o pradera), con sus adaptaciones y hábito epífito pueden colonizar todas las zonas en la estratificación vertical de un bosque, desde el sotobosque hasta las copas de los árboles emergentes en el dosel (Krömer *et al.* 2008; Krömer *et al.* 2007; Martin 1994; Simpson 2010).

3. Distribución

La familia se distribuye desde las zonas templadas hasta los trópicos del Nuevo Mundo, desde Virginia en Estados Unidos hasta la Patagonia en Argentina y Chile. Únicamente hay una especie que se encuentra en el oeste de África, se cree que el área de ocurrencia de *Pitcairnia feliciana* se debe a un evento reciente de dispersión a grandes distancias provocada por aves migratorias. La mayor diversidad de bromelias ocurre en las zonas tropicales, a pesar de que la densidad de dosel en estos ecosistemas no permite que llegue al sotobosque la cantidad de luz suficiente para realizar todas sus funciones básicas. Las especies epífitas han logrado resolver esto al colonizar todos los estratos del bosque para tener un mejor acceso a la luz. (Christenhusz *et al.* 2017; Givnish *et al.* 2011).



Figura 2. Mapa de distribución mundial de Bromeliaceae (GBIF 2020).

4. Bioindicadores

Las bromelias con hábito epífita también son utilizadas como bioindicadores, ya que éstas responden a estímulos ambientales y pueden ser más sensibles que otros taxones a cambios en los factores bióticos y microclimáticos de un ecosistema. Incluso hay especies indicadoras de hábitats como *Tillandsia xerographica* que solo se pueden encontrar en ecosistemas cálidos y de baja precipitación (Hietz *et al.* 2006; Krömer *et al.* 2014; Mondragón-Chaparro y Ticktin 2011; Schürmann *et al.* 2004). Dependiendo de la especie, si las condiciones óptimas para su desarrollo cambian, podrían no completar su ciclo de vida con la floración y fructificación, dejar de producir propágulos, incluso morir por falta de nutrientes (Barve, Martin y Peterson 2015).

Con el cambio climático se ha observado que las poblaciones de algunas especies han disminuido por el aumento en la duración de la época seca, cambios en los patrones de temperatura, entre otros (Cach-Pérez, Andrade y Reyes-García 2014; Haslam, Borland, Maxwell y Griffiths 2003; Müller, Albach y Zotz 2018). Se cree que las especies más vulnerables son las que se distribuyen en tierras altas y húmedas, por la falta de áreas a las cuales pueden migrar (Dix y Dix 2006). Para realizar estudios de bromelias como bioindicadoras, se tiene que tomar en cuenta que hay especies más generalistas que viven en hábitats perturbados, por ejemplo *T. recurvata*, *T. caput-medusae*, *T. fasciculata* o *Catopsis nutans* (Cach-Pérez *et al.* 2014; Mondragón-Chaparro y Ticktin 2011).

5. Hibridación

A pesar de que se ha documentado la autoincompatibilidad en muchas especies (Ramírez-Morillo, Chi-May, Carnevali y May-Pat 2009), la hibridación no es ajena para las bromelias. Se ha observado que algunos taxones con poblaciones simpátricas se pueden hibridar, incluso en cultivares regulados de plantas ornamentales o en hábitats modificados (Utley 1994). El grupo con más registros de híbridos naturales es el género *Tillandsia*. Un pequeño traslape en la época de floración de cada especie no es una barrera suficiente para las especies que tienen floraciones largas. La presencia de varias especies en un mismo hospedero puede aumentar las probabilidades de un cruce, incluso especies con preferencia a ciertos microclimas no limita la visita de polinizadores que viajan grandes distancias como aves y murciélagos. Las principales diferencias entre los híbridos y sus parentales se pueden encontrar en la morfología foliar y floral (inflorescencia), que genera formas intermedias, transicionales o introgresivas entre las dos especies (Gardner 1984).

6. Sistemática y evolución

La familia Bromeliaceae se originó hace 100 millones de años aproximadamente, con distribución en el escudo de Guayanés y hábito principalmente terrestre. Durante 60 millones de años se cree que hubo extinciones, pero después inició una radiación del grupo conquistando nuevas áreas en lo que ahora conforma Sudamérica y adaptándose a un hábito epífita o saxícola. A partir del consenso de estudios filogenéticos con reloj molecular y biogeografía, se reconocen 7 áreas geográficas donde evolucionaron los diferentes grupos de bromelias: el Escudo Guayanés, el Escudo Brasileño, la Amazonia, los Andes con el Sur de Chile, Centroamérica hasta el Sur de Estados Unidos, el oeste africano con su única especie (*Pitcairnia feliciana*), y la colonización del sur de Florida desde el norte sudamericano utilizando las islas del Caribe como “stepping-stones”. A partir de la historia biogeográfica y la filogenia de la familia, se determinó que Pitcairnioideae *sensu lato* es la subfamilia basal, mientras que Bromelioideae y Tillandsioideae son subfamilias derivadas (Givnish *et al.* 2011; Givnish *et al.* 2007).

Anteriormente la familia Bromeliaceae se distribuía en tres subfamilias principales: Bromelioideae, Tillandsioideae, Pitcairnioideae; actualmente se clasifican en ocho subfamilias (Simpson 2010). En la Figura 3, se pueden observar todas las subfamilias y los valores que soportan las relaciones filogenéticas en cada clado. Bromelioideae y Tillandsioideae son clados monofiléticos, mientras que la clasificación original de Pitcairnioideae era parafilética.

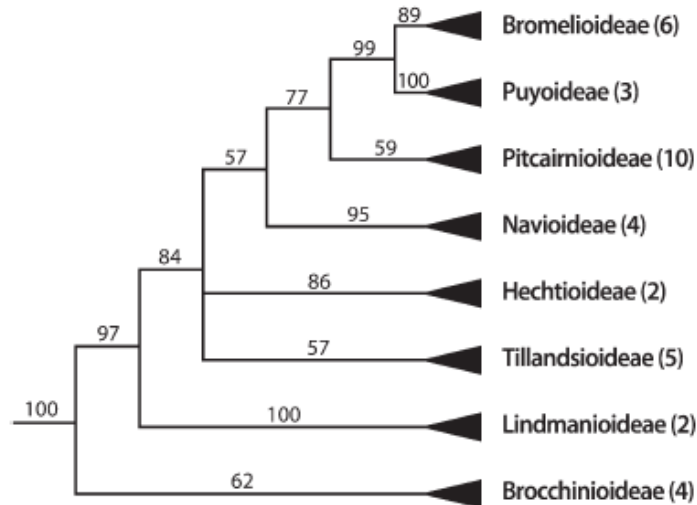


Figura 3. Árbol filogenético de máxima parsimonia de las relaciones entre las subfamilias de Bromeliaceae (Givnish *et al.* 2011).

La subfamilia Pitcairnioideae *sensu lato*, comprende al grupo de plantas con ovario súpero a semi-súpero que al polinizarse forman cápsulas con semillas aladas (Smith y Downs 1974); sin embargo, Givnish *et al.* (2007) propusieron la separación de Pitcairnioideae en seis subfamilias diferentes. De las subfamilias que provienen del Cratón Amazónico o Escudo Brasileño hay cinco. Primero, Pitcairnioideae *sensu stricto* tiene plantas con pétalos libres después de la antesis, estos son largos y las anteras están unidas al filamento por la base. La siguiente es Lindmanioideae que se caracteriza por tener sépalos convolutos, con brácteas o pétalos de formas variadas. La subfamilia Puyoideae tiene pétalos vistosos y espiralados después de la antesis. Luego, se agrupan las que tienen pétalos pequeños y sépalos cocleares; Brocchinioideae tienen hojas enteras y Navioideae tienen hojas dentadas. La última subfamilia separada de este grupo es Hechtioideae, que se origina en Mesoamérica y son plantas dioicas adaptadas a ecosistemas xéricos que se distribuyen únicamente en esta región (Givnish *et al.* 2011).

Luego está la subfamilia Bromelioideae, que tiene especies con ovario ínfero, y sus frutos son bayas con semillas sin apéndices (Smith y Downs 1979). Se separa en un grupo basal y las verdaderas bromelioidéas; sus relaciones filogenéticas están soportadas morfológicamente con la simétrica de sus sépalos y la presencia o ausencia de tanque (Schulte, Barfuss y Zizka 2009; Schulte *et al.* 2005).

Por último, está la subfamilia Tillandsioideae con ovario súpero, y sus frutos son cápsulas que liberan semillas plumosas (Smith y Downs 1977). Esta es la más estudiada y en la que más cambios taxonómicos a nivel de género se han hecho, basándose en los estudios filogenéticos con análisis morfológicos y moleculares de ADN nuclear y plastidial (Barfuss, Samuel, Till y Stuessy 2005; Barfuss *et al.* 2016; Gardner 1986; Granados 2016). En 1977, Smith y Downs propusieron que la subfamilia estaba distribuida en 6 géneros (*Glomeropitcairnia*, *Catopsis*, *Tillandsia*, *Guzmania*, *Mezobromelia* y *Vriesea*). Luego *Vriesea* se dividió en *Werauhia*, *Vriesea* y *Alcantarea*, por caracteres morfológicos y fisiológicos de su floración (Grant 1995); además se separó *Racinaea* de *Tillandsia* (Grant y Zijlstra 1998; Smith y Till 1998). Después de realizar estudios moleculares,

Barfuss *et al.* (2005) propusieron tres clados distinguibles como las “non-core tillandsioids” con *Catopsis* y *Glomeropitcairnia*; mientras que en las “core tillandsioids” están las tribus *Vrieseae* con todas las *Vriesea sensu lato*, y *Tillandsieae* con el resto. Recientemente, *Tillandsia* se separó en 6 géneros (*Tillandsia*, *Barfussia*, *Lemeltonia*, *Pseudalcantarea*, *Wallisia* y *Josemania*); además se separó *Gregbrownia* de *Mezobromelia*; por último, *Vriesea* se dividió en 7 géneros (*Cipuroopsis*, *Goudaea*, *Jagrantia*, *Lutheria*, *Zizkaea*, *Stigmatodon* y *Vriesea*) (Barfuss *et al.* 2016).

B. Bromeliaceae en Guatemala

1. Riqueza y distribución

En Guatemala, la Familia Bromeliaceae está representada aproximadamente por 140 especies, en 20 géneros distribuidos en cuatro subfamilias (Dix y Dix 2006, Givnish *et al.* 2014, Utley 1994). La mayor riqueza de la familia se encuentra distribuida en el género *Tillandsia*, seguido por *Catopsis* y *Pitcairnia*. Las subfamilias y géneros presentes en el país son:

- Bromelioideae (7): *Aechmea*, *Ananas*, *Androlepis*, *Billbergia*, *Bromelia*, *Hohenbergiopsis* y *Greigia*.
- Pitcairnioideae s.s. (3): *Pitcairnia*, *Fosterella*, y posiblemente *Hepetis*.
- Hechtioideae (1): *Hechtia*.
- Tillandsioideae (9): *Catopsis*, *Guzmania*, *Lemeltonia*, *Pseudalcantarea*, *Racinaea*, *Tillandsia*, *Vriesea*, *Wallisia* y *Werauhia*.

En la familia hay ocho especies endémicas nacionales. Estas son *Aechmea iguana*, *Greigia steyermarki*, *Pitcairnia flagellaris*, *P. wilburiana*, *T. harrisii*, *T. kretzii*, *T. nervata* y *T. welzii*. Además, hay especies endémicas regionales que se comparten con México, Belice, Honduras y El Salvador. Por ejemplo, *Tillandsia eizii* se distribuye únicamente en los bosques secos de Jacaltenango y San Cristóbal de las Casas; *T. lautneri* es endémica de las altas montañas en Chiapas, la Sierra de los Cuchumatanes, y en las montañas de los departamentos de Sololá y Chimaltenango (Dix y Dix 2006).

La familia está distribuida desde el nivel del mar hasta 3600 metros de altitud, la cadena volcánica y en el altiplano guatemalteco, como la Sierra de los Cuchumatanes. La mayor concentración de especies se encuentra en el intervalo altitudinal de 300 y 1,000 msnm, en el que cada unidad de 100 metros tiene más de 60 especies (Dix y Dix 2006). Se pueden encontrar en ambientes xéricos como el matorral espinoso en el Valle del Motagua, los bosques nubosos de las Verapaces, bosques latifoliados deciduos o siempreverdes en la Reserva de Biosfera Maya, y en ecosistemas de asociación pino-encino en el altiplano. Mientras que el hábito más común es el epífita (65%), la cantidad de especies saxícolas (15%) y terrestres (20%) representa menos de la mitad. Existen especies que pueden tener dos o más hábitos. La mayoría de las especies están distribuidas en los departamentos de Petén, Zacapa, Alta Verapaz, y Huehuetenango, principalmente por su tamaño, gradiente altitudinal y diversidad de ecosistemas (Dix y Dix 2006, Smith 1958, Véliz *et al.* 2014).

2. Importancia cultural y económica

Las bromelias son un grupo importante por la variedad de usos etnobotánicos que tienen. En Guatemala, el uso más relevante es el alimenticio, ya que el cultivo de piña (*Ananas comosus*) genera alrededor de 12 millones de dólares anuales. Este cultivo es aprovechado para el consumo local y exportación (Juárez-Fuentes 2017). A pesar de que esta es la especie más utilizada, se ha registrado que los frutos de otras especies son comestibles o que las plantas se usan para la preparación de bebidas en otros países (Hornung-Leoni 2011).

Hay reportes del uso de especies terrestres para la delimitación de parcelas al colocar plantas de los géneros *Hechtia* y *Bromelia* como cercos vivos en los ecosistemas xéricos donde se distribuyen. Artesanalmente, algunas especies del género *Aechmea* son la materia prima para la producción de fibras. Incluso se ha investigado el potencial medicinal de *Tillandsia recurvata* y *T. usneoides* para tratar enfermedades respiratorias, del hígado o los riñones. Esta última, conocida como barba de viejo, se usa para empacar o rellenar objetos (Dix y Dix 2006; Hornung-Leoni 2011).

Además, son especies culturalmente importantes ya que son utilizadas en diferentes ceremonias en el país. Hay reportes del uso de *Tillandsia eizii* para las festividades de la Virgen de Candelaria en Jacaltenango, Huehuetenango (Véliz 2010). Otras especies como *T. ponderosa*, *T. guatemalensis*, *T. ionantha* o *T. usneoides* son altamente comercializadas durante el mes de diciembre, ya que son utilizadas para la elaboración y decoración de los nacimientos navideños asociados a la religión cristiana. Durante estas fechas, en los mercados se venden varias especies de gallitos, como se les conoce en Guatemala, que son extraídos ilegalmente de los bosques (Hornung-Leoni 2011; Huertas *et al.* 1995; Mondragón 2008).

Sin embargo, esta es una familia principalmente utilizada por su atractivo ornamental. Son llamativas para su cultivo por sus inflorescencias, el aspecto de sus hojas arrosetadas, los pocos requerimientos de su cuidado y fácil reproducción. Los gallitos son comercializados localmente y en el extranjero. Generalmente se comercializan especies nativas del género *Tillandsia*, aunque también se cultivan especies exóticas del género anterior, *Guzmania*, *Aechmea*, y *Vriesea*. Actualmente no hay un documento que detalle las especies nativas y exóticas cultivadas en el país (Dix y Dix 2006). Su comercialización internacional no se restringe a una fecha en específico, ya que estas plantas son ornamentalmente llamativas por su poco cuidado, atractivo visual y minimalista, son perennes, es fácil reproducirlas, y que pueden ser cultivadas en el interior de inmuebles. En Guatemala hay viveros registrados y no registrados ante el CONAP que exportan entre 30 a 40 especies diferentes (Huertas, Dix, Toledo y Bauer 1995; Schürmann, Gouda y Hromadnik 2004; Véliz 2010). Estos obtienen su pie de cría a partir de plantas obtenidas de la naturaleza; luego se encargan de limpiar los especímenes, fertilizarlos, y agregarles hormonas para aumentar la reproducción vegetativa por propágulos. Se estima que las exportaciones de todas las especies generan alrededor de 1.4 millones de dólares, y los principales importadores son Holanda, Estados Unidos y Japón (Schürmann *et al.* 2004; UNEP-WCMC 2016).

3. Amenazas

Estas plantas son amenazadas por varias causas, y se pueden clasificar en ecológicas o antrópicas. Primero, ecológicamente son un grupo con especies de distribución restringida, algunas tienen poblaciones reducidas y sus requerimientos ecológicos específicos. Luego, están las causas provocadas por el ser humano o antrópicas como la extracción ilegal, la reducción de hábitat y el cambio climático.

Ecológicamente, su biogeografía y evolución propiciaron el endemismo de algunas especies, aislándolas en una localidad y ecosistemas específicos (Véliz *et al.* 2014). Por ejemplo, *Tillandsia harrisii* es una especie saxícola que se encuentra en áreas rocosas y escarpadas que tienen influencia de nubes (Ehlers Stuttgart 1987). Otro ejemplo es, *Pitcairnia wilburiana* que se distribuye únicamente en el bosque nuboso de las Verapaces (Véliz *et al.* 2014). Otro factor que influye en esto es la especificidad de forófitos (hospederos) que colonizan las especies epífitas, ya que la cantidad de éstos en un ecosistema puede determinar la abundancia de esas especies. La distribución restringida, las poblaciones reducidas y la disponibilidad de forófitos para estas especies las hace más vulnerables a cambios en el ecosistema (Krömer, Gradstein y Acebey 2007).

La extracción ilegal de estas especies para sustentar un mercado de plantas ornamentales disminuye la cantidad de individuos en una población haciéndola más susceptible, ya que reduce la variabilidad genética y propicia la endogamia. Además, hay especies como *Tillandsia guatemalensis* de las cuales se colecta toda la planta o macoya, y en algunas se llevan solamente la inflorescencia limitando así su éxito reproductivo (Mondragón-Chaparro y Ticktin 2011). Si se exportan entre 30 a 40 especies de bromelias, esto representa el 20-27% de las especies que se encuentran en el país (Huertas *et al.* 2005; Schürmann *et al.* 2004; Véliz 2010). Esto significa que al menos un cuarto de la riqueza de Bromeliaceae está amenazada por la extracción ilegal, sin tomar en cuenta las otras amenazas que enfrenta este grupo.

El cambio de uso de suelo y la reducción de hábitat son actividades que cambian la composición biológica de un ecosistema. La tala selectiva o la deforestación tienden a eliminar los forófitos que tienen una mayor tendencia a ser hospederos de bromelias. También se reduce el hábitat natural que tiene los factores bióticos y abióticos necesarios para el desarrollo de algunas especies. Estos cambios drásticos en los ecosistemas hacen más vulnerables a las poblaciones que tienen requerimientos ecológicos muy específicos. A pesar de que especies como *Tillandsia recurvata* son resistentes a estos cambios y han logrado colonizar ambientes más severos, la mayoría de las especies no los soportan (Cach-Pérez *et al.* 2014; Müller *et al.* 2018)

El cambio climático ocurre en un período corto de tiempo y generará cambios drásticos en los ecosistemas. Las especies no tendrán la capacidad de adaptarse a los microclimas, patrones de lluvia y temperatura, a los que se han adaptado por miles de años. Ya que estos nichos ecológicos óptimos para el desarrollo de las bromelias podrían desaparecer o modificarse, las especies con poblaciones susceptibles están amenazadas. En algunos ecosistemas, estas poblaciones podrían reducirse tanto hasta tener un aporte ecológico mínimo, incluso podrían extinguirse. De esta manera se generaría una cascada trófica donde todos los organismos que dependen directa o indirectamente de las bromelias se verían afectados (Cach-Pérez *et al.* 2014; Ladino *et al.* 2019).

Por estas razones el Listado de Especies Amenazadas del CONAP (LEA), la Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN, y el Convenio Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas (CITES), incluyen varias especies de Bromeliaceae. En la LEA hay 20 especies evaluadas, nueve se encuentran en la Categoría 1 de mayor protección, cinco en la Categoría 2, seis en la Categoría 3 de menor protección; sin embargo, en la categoría 3 se incluye todas las especies en los géneros *Catopsis*, *Tillandsia* y *Vriesea* (CONAP 2009). La UICN ha evaluado a 240 especies diferentes, entre ellas hay 19 con datos insuficientes, 47 dentro de la categoría de preocupación menor (*Billbergia viridiflora*, *Tillandsia brachycaulos*, *T. capitata*, *T. fasciculata*, *T. ionantha* y *Vriesea heliconioides* tienen distribución en Guatemala) y 25 casi amenazadas. Luego hay 149 especies amenazadas, de las cuales 75 son vulnerables, 60 están en peligro como *Hohenbergiopsis guatemalensis*, y en peligro crítico se encuentran 14 (ICUN 2019). Por último, en CITES, se encuentran únicamente tres bromelias del género *Tillandsia* en el Apéndice II, de las cuales *T. harrisii* es endémica nacional y *T. xerographica* es endémica regional (UNEP-WCMC 2019).

C. Estudios previos

1. Listados de especies

Los listados de especies o “checklist” son herramientas utilizadas para recopilar información sobre la distribución geográfica de las especies. Estos se enfocan en enlistar todas las especies de un taxón en una localidad específica, con base en los registros u observaciones de individuos de alguna especie en este espacio determinado. A partir de los listados se pueden establecer áreas importantes para la conservación y el manejo del taxón con el cual se está trabajando, observar vacíos de información y determinar la riqueza de un lugar. La recopilación de datos para la elaboración de los listados se puede realizar con visitas en campo o la compilación de información que hay en las colecciones biológicas de referencias. Los herbarios son las colecciones que almacenan especímenes preservados de plantas, cada uno con su información de la identidad (especie), localidad de colecta, colector, fecha, entre otros. A partir de la información que contiene cada espécimen en el herbario se puede determinar aproximadamente la riqueza de una localidad, establecer fenología de las plantas, utilizar registros históricos para observar el cambio de la ecología en un lugar y más. CITAS

2. Listados previos

En Guatemala los primeros trabajos publicados con bromelias iniciaron a finales del siglo XIX, cuando Hemsley (1882) indicó que había 13 especies en cuatro géneros diferentes. Luego en 1958, Smith colaboró con la elaboración de Flora de Guatemala al enlistar 123 especies en 14 géneros. En el inventario de la Flora Mesoamericana se mantuvo la misma cantidad de géneros mientras que el número de especies aumentó a 132; no se incluyen 14 especies de las cuales no se reportaron colectas en el país; sin embargo, Guatemala se encuentra dentro de su rango de distribución (Utley 1994). Mientras que la última publicación con información de toda la familia es por Dix y Dix (2006), que enumera 148 especies en 17 géneros. Luego está la guía de reconocimiento del género *Tillandsia*, que incluye 74 especies con información completa, seis especies raras y poco colectadas, y 10 especies no incluidas en Flora Mesoamericana (Véliz 2010). Los cambios que hay en cada uno

de los listados son principalmente por la lectotipificación de algunas especies, análisis filogenéticos, especies nuevas y nuevos reportes para el país.

3. Publicaciones relacionadas

Las publicaciones relacionadas a Bromeliaceae en Guatemala iniciaron en 1882, pero la mayor cantidad de documentos se han publicado a partir de 1980. La mayoría de estos documentos provienen de trabajos relacionados a caracterizaciones florísticas de ecosistemas o localidades específicas. También hay información de 19 especies nuevas descritas después de Flora de Guatemala (1958) y Flora Mesoamericana (1994). Hay pocos documentos relacionados al cultivo *in vitro*, bioprospección y bioindicadores. Además, no hay trabajos dedicados al estudio del estado de las poblaciones, conservación y manejo de la familia. En el anexo 1 se presenta un listado por temas de los estudios realizados que se relacionan con la familia en el país.

III. JUSTIFICACIÓN

Los trabajos más robustos que se han realizado con relación a la riqueza de Bromeliaceae en Guatemala son la Flora de Guatemala y la Flora Mesoamericana, en los años 1958 y 1994 respectivamente. Desde entonces se han elaborado dos documentos con un listado de bromelias a nivel nacional por Dix y Dix en el año 2006 que tiene algunas especies con registros nuevos para el país, y una guía que solo toma en cuenta el género *Tillandsia* (Véliz 2010). Ambos listados están desactualizados en la clasificación taxonómica de las especies, ya que se han realizado cambios a partir de los análisis filogenéticos. Por esto es necesario actualizar la Flora de Guatemala en general, tomando esta familia como ejemplo para replicar estos pasos con las demás. Desde su publicación en 1958 se han realizado cambios taxonómicos, hay nuevas especies descritas y nuevos reportes para el país. Por ejemplo, *Tillandsia* es un género que ha cambiado con los recientes estudios moleculares y se han establecido nuevos géneros de especies presentes en Guatemala como *Wallisia*, *Racinaea*, *Lemeltonia* y *Pseudalcantarea* (Barfuss *et al.* 2016). Es importante elaborar un listado actualizado taxonómicamente, basándose en literatura y especímenes registrados en herbarios nacionales.

De la información que se obtendrá se podrán realizar mapas de distribución de las especies y géneros en todo el país, para determinar la riqueza que hay por departamento, zona de vida e intervalo altitudinal. Al comprender la distribución de esta familia a nivel nacional basándose en registros históricos y colecciones biológicas, se puede facilitar la información necesaria para la elaboración de proyectos e investigaciones futuras. Esto será de gran utilidad para encontrar áreas importantes con una alta concentración de especies, y así priorizar las mismas para fomentar la elaboración de proyectos dirigidos al manejo y conservación de bromelias *in situ* y *ex situ*. Por ejemplo, se pueden fortalecer los estudios etnobotánicos, económicos, poblacionales, ecológicos y genéticos. De esta manera se puede fomentar el monitoreo de especies comercializadas, actualizar datos de los ingresos económicos de los productos exportados, utilizar algunas especies como indicadoras de perturbación por cambio climático o influencia antrópica, elaborar estrategias de propagación y repoblación, entre otros.

IV. OBJETIVOS

A. General

- Elaborar un listado actualizado de las especies de la familia Bromeliaceae presentes en Guatemala.

B. Específicos

- Elaborar una base de datos con información de todos los especímenes de la familia Bromeliaceae registrados en los herbarios nacionales para Guatemala.
- Determinar la riqueza total y por género de las bromelias presentes en Guatemala.
- Elaborar mapas de distribución de las especies de bromelias presentes en Guatemala.
- Determinar la riqueza departamental y por zonas de vida de las especies de bromelias presentes en Guatemala.
- Correlacionar la riqueza de especies de las bromelias en Guatemala con la altitud, temperatura y precipitación.

V. METODOLOGÍA

A. Listado de Bromeliaceae

1. Sitio de estudio

El estudio abarca toda la República de Guatemala. Según el Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA-URL) el país presenta 13 zonas de vida diferentes en cinco pisos altitudinales en la región tropical. En el piso Basal están los bosques muy secos (bms-T), secos (bs-T), húmedos (bh-T) y muy húmedos (bmh-T). Luego en el piso Premontano se encuentran los bosques secos (bs-PMT), húmedos (bh-PMT), muy húmedos (bmh-PMT) y pluviales (bp-PMT); mientras que el piso Montano Bajo tiene bosques húmedos (bh-MBT) y muy húmedos (bmh-MBT). Por último, el Montano tiene bosques muy húmedos (bmh-MT) y pluviales (bp-MT), y el Sub-andino tiene únicamente bosques pluviales (bp-SAT) (IARNA-URL 2018). Según el primer acercamiento de De la Cruz, el país se divide en 14 zonas de vidas y las relacionó a la vegetación clímax de esos ecosistemas (De La Cruz 1982), mientras que en el sistema de clasificación por ecorregiones, Guatemala se encuentra dividida en 14 (CONAP 2008). Para este trabajo se utilizó la clasificación propuesta por el IARNA-URL, ya que es la más actualizada y detallada en la información climática (Ver Figura 4 y Cuadro 1).

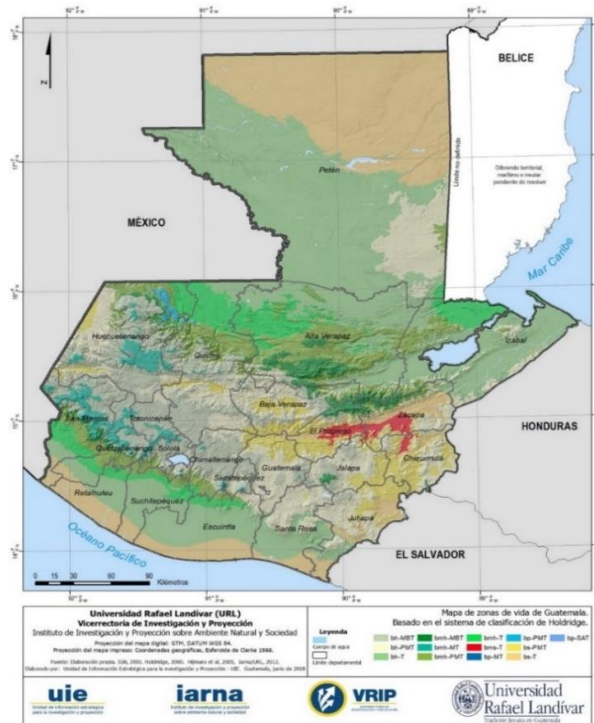


Figura 4. Mapa de las trece zonas de vida presentes en Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Holdridge (IARNA-URL 2018).

Cuadro 1. Extensión, ubicación y condiciones climáticas de las trece zonas de vidas presentes en Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Holdridge.

Piso Altitudinal	Nombre*	Código	Extensión (%)	Intervalo Altitudinal (m.s.n.m.)	Intervalo de Precipitación (mm)	Intervalo de Temperatura (°C)
Basal	Bosque muy seco	bms-T	0.76	146-1,009	577-950	23.1-27.4
	Bosque seco	bs-T	19.21	0-1,082	705-1,863	24-28.3
	Bosque húmedo	bh-T	31.71	0-1,139	1,426-4,071	24-28.1
	Bosque muy húmedo	bmh-T	5.67	0-1,003	2,793-4,706	24-26.7
Premontano	Bosque seco	bs-PMT	4.43	315-1,868	624-1,200	18.3-24
	Bosque húmedo	bh-PMT	14.72	126-2,209	1,000-3,125	18-24
	Bosque muy húmedo	bmh-PMT	7.59	63-2,188	2,000-4,850	18-24
	Bosque pluvial	bp-PMT	0.28	432-1,886	4,000-5,375	18.2-24
Montano Bajo	Bosque húmedo	bh-MBT	11.15	1,047-3,207	901-2,000	10-18
	Bosque muy húmedo	bmh-MBT	2.32	984-2,949	1,850-3,410	9.9-18
Montano	Bosque muy húmedo	bmh-MT	2.11	1,943-3,960	1,141-2,056	6.1-15.5
	Bosque pluvial	bp-MT	0.02	2,148-3,962	1,779-2,573	6.2-11.4
Subandino	Bosque pluvial	bp-SAT	0.03	3,213-4,201	1,756-2,110	4-6.9

*Todos los bosques pertenecen a la región bioclimática Tropical.

Fuente: Basado en el documento de Ecosistemas de Guatemala del IARNA-URL (2018).

2. Elaboración de un listado preliminar de bromelias de Guatemala basado en la revisión bibliográfica

Se revisó y se consolidó en un solo listado las especies de los listados existentes: Flora de Guatemala (1958), Flora Mesoamericana (1994), Bromeliaceae (2006) y Guía de Reconocimiento del Género *Tillandsia* (2010). También se enriqueció la información con bases de datos en línea como Trópicos.org (2019) y el World Checklist of Selected Plant Families (WCSP 2019), de los jardines botánicos de Missouri y Kew respectivamente. Luego, se actualizaron los nombres científicos de cada listado con los sinónimos aceptados por el WCSP. Con esto se obtuvo un listado preliminar de las especies reportadas para el país.

3. Revisión de herbarios y bases de datos en línea

Se visitaron los siguientes herbarios activos en Guatemala, según el Index Herbariorum (NYBG 2019):

1. Centro de Estudios Conservacionistas – CECON– (USCG)
2. Escuela de Biología, en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (BIGU)
3. Ernesto Carrillo de la Facultad de Agronomía (AGUAT)
4. Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad – CEAB– en la Universidad del Valle de Guatemala (UVAL)
5. Smithsonian Institution – Department of Botany – United States National Herbarium (US)
6. Escuela Agrícola Panamericana en Zamorano, Honduras – Herbario Paul C. Standley (EAP)

En cada herbario, se tomaron fotografías de todos los especímenes registrados y sus etiquetas. Los registros de estas colecciones fueron complementados con bases de datos en línea. En ambos casos los especímenes son identificados utilizando claves dicotómicas y queda a discreción del identificador determinar la especie del material que está evaluando. Cada espécimen tiene material preservado y una etiqueta con la información de la especie, fecha de colecta, localidad, altitud, coordenadas, colector, observaciones, entre otros (Anexo 2). Estos datos fueron compilados y digitalizados en un documento de Excel, de todos los especímenes y se entregará la base de datos a cada uno de los herbarios participantes, como un intercambio por permitir el acceso a sus colecciones biológicas. Los registros de Bromeliaceae del US, fueron observados en una visita por Dix y Dix en el año 2017. Y los registros de la colección del Zamorano se obtuvieron a partir de un trabajo de tesis en el cual se georreferenció la colección de esta familia (Alfonso 2010).

También se añadieron registros de bases de datos en línea que recopilan información biológica de varias entidades internacionales. Los siguientes son:

1. Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org)
2. Jardín Botánico de Missouri (Tropicos.org)

A partir de toda la información obtenida de los especímenes registrados en los herbarios, se elaboró una base de datos en Excel y se separaron los registros de cada herbario o base de datos en hojas individuales. Esta tiene los datos de especie, colector, determinado por, fecha de colecta, localidad, altitud y número de registro/voucher; además se añadieron las coordenadas GPS, hábitat, hábito, hospedero y observaciones si los datos de colecta lo poseen (Anexo 3). En este documento se incluyen las especies exóticas o nativas cultivadas ornamentalmente, especímenes identificados hasta género o con datos faltantes de localidad y GPS, y registros depositados en herbarios nacionales que pertenecen a otros países. Luego de tabular toda la información, se compilaron en una hoja todos los registros. Esta base de datos se adjunta a este documento en forma de archivo digital en un CD.

4. Listado general

Se generó un listado o “checklist” general de las especies presentes en Guatemala. Este listado incluye por cada especie:

1. El nombre aceptado por el WCSP de Kew con el autor y la referencia de su publicación.
2. Información del registro en herbario del espécimen tipo.
3. Sinónimos (según el WCSP).
4. Hábito (terrestre, saxícola y/o epífita)
5. Departamentos del país en los que se encuentra.
6. Para cada departamento se incluye el número de registro de los especímenes evaluados que están depositados en un herbario o la referencia del documento que realiza la observación de esa especie.
7. Detalla si son especies endémicas nacionales, regionales o que tienen una distribución amplia.

Se añadió un cuadro con las observaciones del grado de amenaza o categoría de las especies que han sido evaluadas por la lista roja de especies amenazadas de la UICN, la LEA del CONAP y si están dentro de las especies reguladas por CITES. Además, se realizó un histograma que compara el número de especies según su grado de endemismo. Por último, se enlistaron todas las especies que no se observaron en las colecciones de referencia ni en las bases de datos en línea; sin embargo, han sido reportadas para el país o la región mesoamericana.

B. Análisis de la riqueza nacional de Bromeliaceae

1. Comparación de listados y registros utilizados

Primero se realizó un cuadro con la riqueza por género y total de cada listado consultado para compararlo con el elaborado en este estudio. Este incluye Flora de Guatemala (Smith 1958), Flora Mesoamericana (Utley 1994), el “Checklist” por Dix y Dix (2006), Guía del género *Tillandsia* por Mario Véliz (2010), Tropicos.org (), WCSP () y el listado general obtenido. En este se puede observar el cambio en la cantidad de especies de algunos géneros y la adición de nuevos géneros. Los registros utilizados pertenecen a los herbarios nacionales AGUAT, BIGU, USCG y UVAL, el

herbario de Honduras EAP, el herbario del Smithsonian (US). Además, se incluyeron los registros digitalizados y disponibles en GBIF.org de 33 herbarios internacionales y otras organizaciones como iNaturalist. Se elaboró un cuadro con el número total de registros en la colección de cada herbario, los registros que se utilizaron para el análisis, y los que se descartaron por falta de información o si son individuos exóticos o plantados ornamentalmente.

2. Depuración de la base de datos y georreferenciación

Luego, con los registros de la base de datos de Excel, se seleccionaron todos los que especímenes que están identificados hasta especie, que tienen datos de localidad específica y/o puntos GPS, y que no fueran especímenes exóticos o nativos cultivados ornamentalmente. De los registros que no tienen coordenadas de GPS, pero si tienen localidades con una descripción detallada, se georreferenciaron utilizando el software Google Earth Pro (versión 7.3.2.5776). De esta manera, se determinaron las coordenadas y se añadió esa información al registro del individuo en la base de datos (Anexo 3), para poder realizar los siguientes análisis. A partir de esta depuración se compararon los registros utilizados, no utilizados y total de cada herbario. Además, se generó un mapa nacional con los puntos de colecta por cada herbario para poder observar los sitios con mayor o menor concentración de registros de bromelias.

3. Riqueza de Bromeliaceae en Guatemala

Con estos datos se elaboró un cuadro con la riqueza de Bromeliaceae en todo el país, con el número de especies que se reportan por cada género. Además, se realizó un cuadro con el número de registros, el área superficial y cuántas zonas de vida hay en cada departamento. De esta manera se puede determinar que departamentos tienen mayor o menor cantidad de registros por unidad de área y el esfuerzo de muestreo en cada uno. Utilizando estos datos, junto con el mapa de las colectas se determinaron los departamentos y las regiones donde hay vacíos de información por submuestreo. Y para poder visualizar y analizar a detalle su distribución y riqueza en Guatemala, se generaron los siguientes histogramas:

1. Riqueza de especies y géneros por departamento
2. Riqueza de especies y géneros por zona de vida

C. Mapas de distribución

Para la elaboración de mapas de distribución, se tomaron en cuenta todos los especímenes georreferenciados con longitud y latitud en el Datum WGS84 de GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Los mapas se elaboraron en el software ArcGIS versión 10.3, y se cargaron todos los puntos de colecta por especie. Se elaboró un mapa con los registros de cada herbario (AGUAT, USCG, BIGU, UVAL) y los registros internacionales, para visualizar las áreas en las cuales se han enfocado las colectas. Y se elaboró otro mapa con todos los registros sobre las zonas de vida para observar cómo se distribuyen en estas. Por último, se elaboraron 29 mapas con los registros georeferenciados de al menos 6 especies del mismo género y se agruparon las especies morfológicamente similares o con distribuciones afines. Cada mapa tiene la capa de zonas de vida

y los límites departamentales para identificar la distribución de esas especies en ambas y determinar la riqueza en cada uno.

D. Comparación de especies morfológicamente similares

Para visualizar las similitudes morfológicas entre algunas especies del género *Tillandsia*, se realizaron imágenes con los complejos de especies. Se elaboraron 10 imágenes con 46 especies y una imagen con un posible híbrido entre *T. schiedeana* y alguna especie bulbosa. Con estas imágenes se pueden ejemplificar los complejos y cómo algunas especies tienen morfologías intermedias o que se tienen caracteres compartidos con otras especies.

E. Correlación ambiental

Por último, se utilizó el software Maxent versión 3.4.1 para modelar la distribución utilizando un modelo de máxima entropía basado en las ocurrencias georreferenciadas de un grupo y su ausencia o presencia en un grid. Se utilizaron todos los registros georreferenciados de la familia y se corrió el programa con los datos ambientales obtenidos a partir de WorldClim versión 2.1 que tiene la precipitación anual y temperatura promedio para ellos años 1970 al 2000; a este análisis se incluyó el gradiente altitudinal del país. Se realizó una regresión logística complementaria (Log-Log) para determinar el modelo del género y cuál es su respuesta a cada variable. Se analizaron los géneros individualmente y se realizaron 5 repeticiones de cada modelo para obtener un promedio. Además, se utilizó el estimador Jackknife para determinar la importancia con el porcentaje de contribución de cada variable para modelo obtenido. De esta manera se determinó la distribución climática (temperatura y precipitación) y altitudinal de cada género de Bromeliaceae presente en Guatemala.

VI. RESULTADOS

A. Listado general

1. Listado de especies de la familia Bromeliaceae presentes en Guatemala

A partir de la revisión de literatura, colecciones de herbarios y registros reportados en bases de datos en línea, se obtuvo un listado de 154 especies representadas en 20 géneros (Ver Cuadro 2). En el Anexo 4 se encuentran los nombres, sinónimos, hábitos y departamentos en los que se encuentran estas especies.

Cuadro 2. Listado de especies con los nombres científicos y el autor.

No.	Especie	No.	Especie
1	<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.	2	<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker ex Benth. & Hook.f.
3	<i>Aechmea iguana</i> Wittm.**	4	<i>Aechmea lueddemanniana</i> (K. Koch) Brongn. Ex Mez
5	<i>Aechmea magdalenae</i> (André) André ex Baker	6	<i>Aechmea mexicana</i> Baker
7	<i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb.	8	<i>Aechmea tillandsioides</i> (Mart. Ex Schult. & Schult.f.) Baker
9	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	10	<i>Androlepis skinneri</i> (K. Koch) Brongn. ex Houliet
11	<i>Billbergia pallidiflora</i> Liebm.	12	<i>Billbergia viridiflora</i> H.L. Wendl.
13	<i>Bromelia alsodes</i> H. St. John	14	<i>Bromelia hemisphaerica</i> Lam.
15	<i>Bromelia karatas</i> L.	16	<i>Bromelia pinguin</i> L.
17	<i>Catopsis berteroniana</i> (Schult. & Schult.f.) Mez	18	<i>Catopsis delicatula</i> L.B. Sm.
19	<i>Catopsis floribunda</i> L.B. Sm.	20	<i>Catopsis glaucophylla</i> Palaci
21	<i>Catopsis juncifolia</i> Mez & Wercklé	22	<i>Catopsis minimiflora</i> Matuda*
23	<i>Catopsis montana</i> L.B.Sm.	24	<i>Catopsis morreniana</i> Mez
25	<i>Catopsis nitida</i> (Hook.) Griseb.	26	<i>Catopsis nutans</i> (Sw.) Griseb.
27	<i>Catopsis oerstediana</i> Mez	28	<i>Catopsis paniculata</i> E. Morren
29	<i>Catopsis pedicellata</i> L.B. Sm.	30	<i>Catopsis sessiliflora</i> (Ruiz & Pav.) Mez
31	<i>Catopsis subulata</i> L.B. Sm.	32	<i>Catopsis wangerinii</i> Mez & Wercklé
33	<i>Catopsis wawreana</i> Mez*	34	<i>Fosterella micrantha</i> (Lindl.) L.B. Sm.
35	<i>Greigia steyermarki</i> L.B. Sm.**	36	<i>Guzmania lingulata</i> (L.) Mez
37	<i>Guzmania nicaraguensis</i> Mez & C.F. Baker	38	<i>Guzmania scherzeriana</i> Mez
39	<i>Hechtia dichroantha</i> Donn. Sm.*	40	<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.
41	<i>Hechtia guatemalensis</i> Mez	42	<i>Hepetis longibracteata</i> Bouché ex Mez

No.	Especie	No.	Especie
43	<i>Hohenbergiopsis guatemalensis</i> (L.B. Sm.) L.B. Sm. & Read*	44	<i>Lemeltonia monadelpha</i> (É. Morren) Barfuss & W. Till
45	<i>Pitcairnia artrorubens</i> (Beer) Baker	46	<i>Pitcairnia calderonii</i> Standl. & L.B. Sm.
47	<i>Pitcairnia carioana</i> Wittm.*	48	<i>Pitcairnia flagellaris</i> L.B. Sm.**
49	<i>Pitcairnia flexuosa</i> L.B. Sm.	50	<i>Pitcairnia heterophylla</i> (Lindl.) Beer
51	<i>Pitcairnia imbricata</i> (Brongn.) Regele	52	<i>Pitcairnia puberula</i> Mez & Donn.Sm.
53	<i>Pitcairnia punicea</i> Schiedw.	54	<i>Pitcairnia recurvata</i> (Schiedw.) K. Koch
55	<i>Pitcairnia saxicola</i> L.B. Sm.	56	<i>Pitcairnia tabuliformis</i> Linden*
57	<i>Pitcairnia tuerckheimii</i> Donn.Sm.*	58	<i>Pitcairnia wendlandii</i> Baker
59	<i>Pitcairnia wilburiana</i> Utleý ex L.B. Sm. & Read**	60	<i>Pseudoalcantarea grandis</i> (Schltdl.) Pinzón & Barfuss
61	<i>Pseudoalcantarea viridiflora</i> (Beer) Pinzón & Barfuss	62	<i>Racinaea ghiesbreghtii</i> (Baker) M.A. Spencer & L.B. Sm.
63	<i>Racinaea rothschuhiana</i> (Mez) M.A. Spencer & L.B. Sm.	64	<i>Tillandsia acostae</i> Mez & Tonduz
65	<i>Tillandsia argentea</i> Griseb	66	<i>Tillandsia balbisiana</i> Schult. & Schult.f.
67	<i>Tillandsia belloensis</i> W. Weber*	68	<i>Tillandsia brachycaulos</i> Schltdl.
69	<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook.	70	<i>Tillandsia butzii</i> Mez
71	<i>Tillandsia capitata</i> Griseb	72	<i>Tillandsia caput-medusae</i> C.J. Morren
73	<i>Tillandsia carrilloi</i> Véliz y Feldhoff**	74	<i>Tillandsia chlorophylla</i> L.B. Sm.
75	<i>Tillandsia comitanensis</i> Ehlers*	76	<i>Tillandsia compressa</i> Bertero ex Schult. & Schult.f.
77	<i>Tillandsia concolor</i> L.B. Sm.	78	<i>Tillandsia cryptopoda</i> L.B. Sm.
79	<i>Tillandsia cucaensis</i> Wittm.	80	<i>Tillandsia dasyliroiifolia</i> Baker
81	<i>Tillandsia deflexa</i> L.B. Sm.	82	<i>Tillandsia deppeana</i> Steud
83	<i>Tillandsia didistichoides</i> Mez	84	<i>Tillandsia eizii</i> L.B. Sm.*
85	<i>Tillandsia elongata</i> Kunth.	86	<i>Tillandsia excelsa</i> Griseb.
87	<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	88	<i>Tillandsia festucoides</i> Brongn. ex Mez
89	<i>Tillandsia filifolia</i> Schltdl. & Cham.	90	<i>Tillandsia flabellata</i> Baker
91	<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw.	92	<i>Tillandsia fuchsii</i> W. Till
93	<i>Tillandsia guatemalensis</i> L.B. Sm.	94	<i>Tillandsia gymnobotrya</i> Baker
95	<i>Tillandsia harrisii</i> Ehlers**	96	<i>Tillandsia imperialis</i> E. Morren ex Mez
97	<i>Tillandsia ionantha</i> Planch.	98	<i>Tillandsia izabalensis</i> Pinzón, I. Ramírez & Carnevali
99	<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir.	100	<i>Tillandsia kolbi</i> W. Till & Schatzl*
101	<i>Tillandsia kretzii</i> Ehlers & Lautner**	102	<i>Tillandsia lampropoda</i> L.B. Sm.
103	<i>Tillandsia lautneri</i> Ehlers*	104	<i>Tillandsia leiboldiana</i> Schltdl.
105	<i>Tillandsia lucida</i> E. Morren ex Baker	106	<i>Tillandsia magnusiana</i> Wittm.
107	<i>Tillandsia mateoensis</i> Ehlers**	108	<i>Tillandsia matudae</i> L.B. Sm.*

No.	Especie	No.	Especie
109	<i>Tillandsia multicaulis</i> Steud.	110	<i>Tillandsia nervata</i> L.B Sm.**
111	<i>Tillandsia orogenes</i> Standl. & L. O. Williams	112	<i>Tillandsia paucifolia</i> Baker
113	<i>Tillandsia plagiotropica</i> Rohweder*	114	<i>Tillandsia polita</i> L.B. Sm.*
115	<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.	116	<i>Tillandsia ponderosa</i> L.B. Sm.*
117	<i>Tillandsia pruinosa</i> Sw.	118	<i>Tillandsia pseudobaileyi</i> C.S. Gardner
119	<i>Tillandsia punctulata</i> Schtdl. & Cham.	120	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.
121	<i>Tillandsia remota</i> Wittm.*	122	<i>Tillandsia riohondoensis</i> Ehlers**
123	<i>Tillandsia rodrigueziana</i> Mez	124	<i>Tillandsia rotundata</i> (L.B. Sm.) C.S.Gardner*
125	<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	126	<i>Tillandsia seleriana</i> Mez
127	<i>Tillandsia setacea</i> Sw.	128	<i>Tillandsia standleyi</i> L.B. Sm.*
129	<i>Tillandsia stoltenii</i> Ehlers & E.Gross**	130	<i>Tillandsia streptophylla</i> Scheidw. ex C. Morren
131	<i>Tillandsia tecpanensis</i> Ehlers & Lautner**	132	<i>Tillandsia tricolor</i> Schtdl. & Cham.
133	<i>Tillandsia trigalensis</i> Ehlers**	134	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.
135	<i>Tillandsia utriculata</i> L.	136	<i>Tillandsia variabilis</i> Schtdl.
137	<i>Tillandsia velutina</i> Ehlers*	138	<i>Tillandsia verapazana</i> Ehlers**
139	<i>Tillandsia vicentina</i> Standl.	140	<i>Tillandsia welzii</i> Ehlers**
141	<i>Tillandsia xerographica</i> Rohweder*	142	<i>Tillandsia yunckeri</i> L.B. Sm.
143	<i>Tillandsia zacapanensis</i> Véliz & Feldhoff**	144	<i>Vriesea heliconioides</i> (Kunth) Hook. ex Walp.
145	<i>Wallisia anceps</i> (G.Lodd.) Barfuss & W. Till	146	<i>Werauhia gladioliflora</i> (H. Wendl.) J.R. Grant
147	<i>Werauhia graminifolia</i> (Mez & Wercklé) J.R. Grant	148	<i>Werauhia hygrometrica</i> (André) J.R. Grant
149	<i>Werauhia montana</i> (L.B. Sm.) J.F. Morales & Cerén	150	<i>Werauhia pectinata</i> (L.B. Sm.) J.R. Grant
151	<i>Werauhia pycnantha</i> (L.B. Sm.) J.R. Grant*	152	<i>Werauhia viridiflora</i> (Regel) J.R. Grant
153	<i>Werauhia vittata</i> (Mez & Wercklé) J.R. Grant	154	<i>Werauhia werckleana</i> (Mez) J.R. Grant

* Especies endémicas regionales.

**Especies endémicas nacionales.

El listado final de Bromeliaceae para Guatemala incluye 154 especies pertenecientes a 20 géneros. Este listado es la compilación de las especies que se han observado en el país según la literatura y los registros en las colecciones de los herbarios revisados. Se incluye el nombre científico, el autor y se marcan a las especies endémicas regionales (23) o nacionales (16). Con las actualizaciones por Givnish *et al.* (2011), podemos observar que las subfamilias representadas en Guatemala son Hechtioideae, Bromelioideae, Pitcairnioideae *sensu stricto* y Tillandsioideae. En el

país, la subfamilia más grande es Tillandsioideae con 116 especies en nueve géneros (*Catopsis*, *Guzmania*, *Lemeltonia*, *Pseudalcantarea*, *Racinaea*, *Tillandsia*, *Vriesea*, *Wallisia* y *Werauhia*). Luego está Bromelioideae con 18 especies y siete géneros (*Aechmea*, *Ananas*, *Androlepis*, *Billbergia*, *Bromelia*, *Greigia* y *Hohenbergiopsis*). La subfamilia Pitcairnioideae tiene 17 especies pertenecientes a tres géneros (*Fosterella*, *Hepetis*, y *Pitcairnia*). Por último, Hechtioideae solamente tiene tres especies del género *Hechtia*.

2. Grado de amenaza de las especies que han sido evaluadas por CONAP, UICN y/o CITES

El listado de especies del CONAP o LEA, los apéndices de CITES y las categorías de amenaza en la Lista Roja de la UICN incluyen a 27 bromeliáceas que se encuentran en Guatemala (Ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies presentes en Guatemala que han sido evaluadas para determinar su grado de amenaza según el CONAP, CITES y/o UICN.

No.	Especie	LEA	CITES	UICN
1	<i>Aechmea magdalenae</i>	Categoría 3	N/A	N/A
2	<i>Aechmea iguana</i>	Categoría 3	N/A	N/A
3	<i>Billbergia viridiflora</i>	N/A	N/A	Preocupación menor
4	<i>Catopsis delicatula</i>	Categoría 2	N/A	N/A
5	<i>Catopsis nutans</i> var. <i>robustior</i>	Categoría 2	N/A	N/A
6	<i>Greigia steyermarkii</i>	Categoría 2	N/A	N/A
7	<i>Guzmania lingulata</i> var. <i>minor</i>	Categoría 3	N/A	N/A
8	<i>Guzmania nicaraguensis</i>	Categoría 3	N/A	N/A
9	<i>Hohenbergiopsis guatemalensis</i>	N/A	N/A	En peligro (B2ab(ii,iii))
10	<i>Pitcairnia flagellaris</i>	Categoría 2	N/A	N/A
11	<i>Pitcairnia longebracteata</i>	Categoría 3	N/A	N/A
12	<i>Pitcairnia tuerckheimii</i>	Categoría 1	N/A	N/A
13	<i>Pitcairnia wilburiana</i>	Categoría 3	N/A	N/A
14	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	Categoría 3	N/A	Preocupación menor
15	<i>Tillandsia capitata</i>	Categoría 3	N/A	Preocupación menor
16	<i>Tillandsia delfexa</i>	Categoría 1	N/A	N/A
17	<i>Tillandsia fasciculata</i>	Categoría 3	N/A	Preocupación menor
18	<i>Tillandsia filifolia</i>	Categoría 1	N/A	N/A
19	<i>Tillandsia harrisii</i>	Categoría 1	Apéndice II	N/A
20	<i>Tillandsia ionantha</i>	Categoría 3	N/A	Preocupación menor

No.	Especie	LEA	CITES	UICN
21	<i>Tillandsia magnusiana</i>	Categoría 1	N/A	N/A
22	<i>Tillandsia matudae</i>	Categoría 1	N/A	N/A
23	<i>Tillandsia pruinosa</i>	Categoría 1	N/A	N/A
24	<i>Tillandsia streptophylla</i>	Categoría 2	N/A	N/A
25	<i>Tillandsia xerographica</i>	Categoría 1	Apéndice II	N/A
26	<i>Vriesea heliconioides</i>	Categoría 3	N/A	Preocupación menor
27	<i>Catopsis</i> spp.	Categoría 3	N/A	N/A
28	<i>Tillandsia</i> spp.	Categoría 3	N/A	N/A
29	<i>Vriesea</i> spp.	Categoría 3	N/A	N/A

En el Cuadro 3 se puede apreciar que solo se han evaluado 26 especies en los diferentes listados de especies amenazadas. CONAP solo ha evaluado 25 especies, de las cuales ocho se encuentran en la categoría 1 de peligro de extinción y su comercio es regulado. En la categoría 2 de especies con hábitat restringido o endémicas hay cinco y la categoría 3 contiene 11 especies denotando que si no se monitorean o regulan pueden llegar a estar en peligro de extinción. En este listado se mencionan los géneros *Catopsis* spp., *Tillandsia* spp. y *Vriesea* spp., indicando que todas las especies pertenecen a la categoría 3 de protección, exceptuando las que se especifica que pertenecen a otra categoría. En los apéndices CITES sobre el comercio internacional de especies amenazadas solo se incluyen dos especies en el apéndice II, indicando que el comercio de estas debe ser regulado para evitar que se encuentren amenazadas. En la lista roja de especies amenazadas de la UICN solo se han evaluado siete especies presentes en el país. Todas se encuentran en preocupación menor excepto *Hohenbergiopsis guatemalensis* que se encuentra en peligro, porque sus poblaciones disjuntas ocupan un área de 32 km² y con una amenaza a degradación o reducción de hábitat (Romand-Monnier 2013). Es importante resaltar que *Greigia steyermarkii* tiene la misma distribución que la especie anterior (Dix y Dix 2006), pero no ha sido evaluada por la UICN.

A continuación, en la Figura 5 se presenta una de las amenazas que reducen las poblaciones silvestres de bromelias en Guatemala.



Figura 5. Venta navideña de productos no maderables en la región del altiplano occidental de Guatemala con diferentes especies de *Tillandsia*; A. *T. guatemalensis* y *T. ponderosa* (Margaret Dix 2015), B. *T. ponderosa* y C. *T. usenoides* (R. Grajeda Estrada 2018).

3. Especies endémicas de la familia Bromeliaceae presentes en Guatemala

El siguiente gráfico presenta los porcentajes de las bromelias presentes en el país que son endémicas o de distribución amplia (Ver Figura 6).

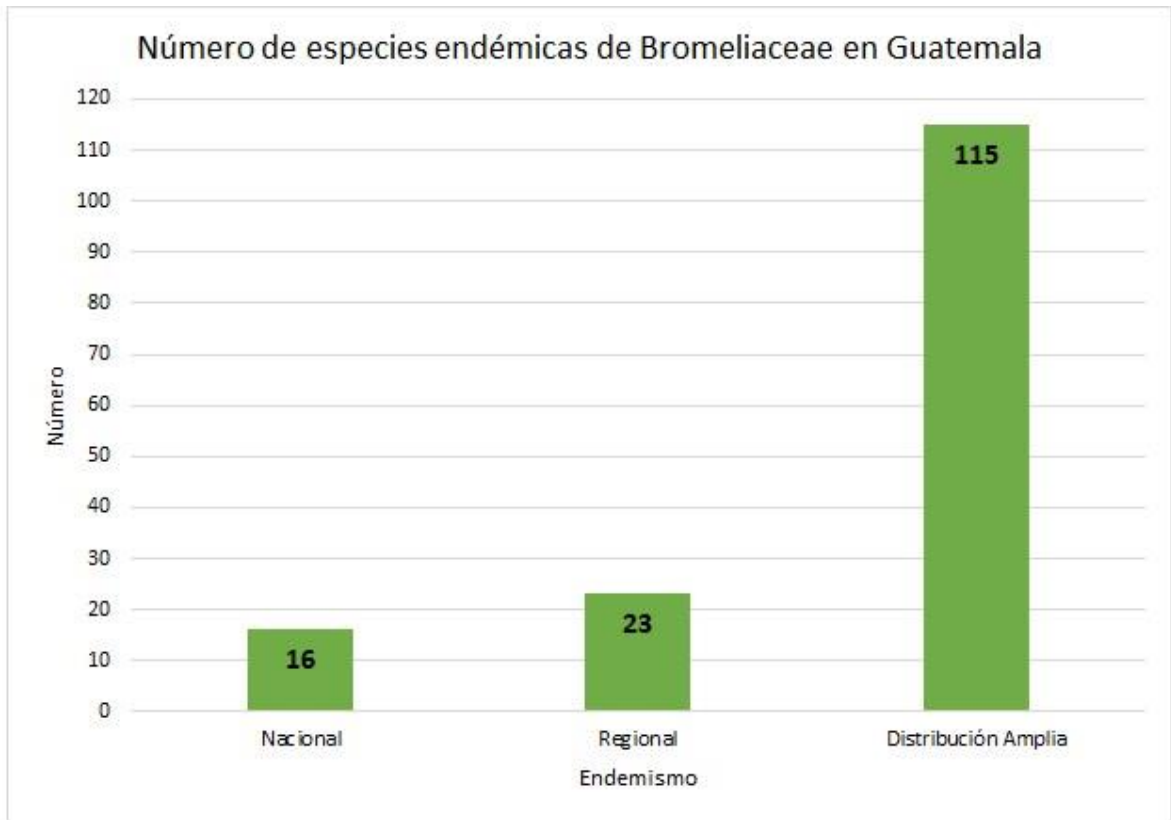


Figura 6. Histograma con los porcentajes de las bromelias endémicas nacionales, regionales o que tienen una distribución amplia.

De las 154 especies reportadas en el país, 115 especies (74.7%) poseen una distribución amplia sin grado de endemismo; 23 especies (14.9%) se consideran endémicas regionales al compartir distribución con su distribución con países como México, Belice, Honduras y El Salvador; y 16 especies (10.4%) que solo se pueden encontrar en algunas localidades dentro de Guatemala (Ver Figura 6 y Cuadro 2). Las especies endémicas nacionales son: *Aechmea iguana*, *Greigia steyermarkii*, *Pitcairnia flagellaris*, *P. wilburiana*, *Tillandsia carrilloi*, *T. harrisii*, *T. kretzii*, *T. mateoensis*, *T. nervata*, *T. riohondoensis*, *T. stoltenii*, *T. tecpanensis*, *T. trigalensis*, *T. verapazana*, *T. welzii* y *T. zacapanensis*. En el Anexo 4 (Listado de especies) se encuentran las anotaciones por cada una de las especies con algún grado de endemismo.

4. Casos especiales de especies de Bromeliaceae reportadas para Guatemala

A continuación se muestran las 17 especies reportadas pero no observadas en este estudio, ya que no se encontraban registradas en los herbarios ni en las bases de datos en línea (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies de Bromeliaceae reportadas para el país que no se observaron.

Grupo	Número de especies	Especies
Especies que se conocen únicamente a partir del espécimen tipo	2	<i>Aechmea iguana</i> Wittm. <i>Hepetis longibracteata</i> Bouché ex Mex
Especies reportadas en la literatura, pero no se encontraron registros en los herbarios ni bases de datos	9	<i>Aechmea mexicana</i> Baker <i>Bromelia alsodes</i> H.St. John <i>Catopsis oerstediana</i> Mez <i>Pitcairnia tabuliformis</i> Linden <i>Pseudalcantarea grandis</i> (Schltdl.) Pinzón & Barfuss <i>Tillandsia compressa</i> Bertero ex Schult. & Schult.f. <i>T. deppeana</i> Steud <i>T. elongata</i> Kunth. <i>Werauhia graminifolia</i> (Mez & Wrcklé) J.R. Grant.
Especies no reportadas pero que Guatemala se encuentra dentro de su área de ocurrencia	6	<i>Bromelia hemisphaerica</i> Lam. <i>Tillandsia cryptopoda</i> L.B. Sm. <i>T. didistichoides</i> Mez <i>T. flexuosa</i> Sw. <i>T. gymnobotrya</i> Baker <i>Werauhia vittata</i> (Mez & Wercklé) J.R. Grant.

Las dos especies que se concen a partir del espécimen tipo se encuentran en depositadas en el herbario del Jardín Botánico y Museos de Berlín (B), Alemania. *Aechmea iguana* fue reportada entre Caballo Blanco y Ocos en Costa Cuca y *Hepetis longibracteata* fue descrita a partir de un espécimen cultivado en el Jardín Botánico, no se ha observado ninguna de estas especies en vida silvestre desde su descripción (Smith 1958, Tropicos.org 2019). Luego, las especies que no se han registrado en los herbarios nacionales y en las bases de datos, si fueron reportadas por Smith (1958) en la elaboración de Flora de Guatemala y por Utley (1994) en Flora Mesoamericana. Probablemente sus colectas en Guatemala de estas especies no se encuentran digitalizadas y disponibles en las bases de datos en línea. Por último, están las especies que no han sido reportadas en el país pero si hay registros en países aledaños como México, Belice, Honduras y El Salvador. Incluso hay especies de distribución amplia y Guatemala se encuentra dentro de su área de ocurrencia pero no hay registros todavía, por ejemplo *Tillandsia flexuosa* que se encuentra en Florida, las Antillas, Yucatán hasta Brazil (Ver Cuadro 4).

B. Riqueza nacional de Bromeliaceae en Guatemala

1. Comparación de la riqueza de Bromeliaceae en Guatemala según los listados

En el siguiente cuadro se comparan la cantidad de especies en cada género que se reportan en literatura o bases de datos.

Cuadro 5. Cantidad de especies reportadas por cada género de Bromeliaceae según la literatura y bases de datos.

No	Género	Flora de Guatemala	Flora Mesoamerican	Checklist Dix y Dix	Guía de <i>Tillandsia</i>	Tropicos	WCSP	FINAL
1	<i>Aechmea</i>	8	8	10	N/A	6	7	8
2	<i>Ananas</i>	1	1	1	N/A	0	1	1
3	<i>Androlepis</i>	2	1	1	N/A	1	1	1
4	<i>Billbergia</i>	2	2	2	N/A	1	2	2
5	<i>Bromelia</i>	4	3	3	N/A	2	2	4
6	<i>Catopsis</i>	20	14	15	N/A	10	13	17
7	<i>Fosterella</i>	0	1	1	N/A	1	1	1
8	<i>Greigia</i>	1	1	3	N/A	0	1	1
9	<i>Guzmania</i>	4	3	3	N/A	3	3	3
10	<i>Hechtia</i>	3	3	5	N/A	2	3	3
11	<i>Hepetis</i>	0	0	0	N/A	0	1	1
12	<i>Hohenbergia</i>	1	0	0	N/A	1	1	0
13	<i>Hohenbergiopsis</i>	0	1	1	N/A	1	1	1
14	<i>Lemeltonia</i>	0	0	0	N/A	0	0	1
15	<i>Lindmania</i>	1	0	0	N/A	0	0	0
16	<i>Pepinia</i>	0	0	1	N/A	1	0	0
17	<i>Pitcairnia</i>	15	13	14	N/A	7	14	15
18	<i>Pseudalcantarea</i>	0	0	0	N/A	0	2	2
19	<i>Racinaea</i>	0	0	2	N/A	1	2	2
20	<i>Tillandsia</i>	53	71	75	74	53	66	80
21	<i>Vriesea</i>	8	10	3	N/A	5	1	1
22	<i>Wallisia</i>	0	0	0	N/A	0	1	1
23	<i>Werauhia</i>	0	0	8	N/A	0	7	9
TOTAL		123	132	148	74	95	130	154

En el Cuadro 5 se puede observar que no se han añadido más especies a los géneros *Aechmea*, *Ananas*, *Androlepis*, *Billbergia*, *Bromelia*, *Fosterella*, *Greigia*, *Hechtia*, *Hohenbergiopsis*, *Vriesea* y *Werauhia*, en algunos de los anteriores solo se han realizado cambios taxonómicos como la combinación de *Androlepis skinneri* y *A. donnell-smithii* (Utlely 1994). Existen especies que estaban reportadas en el país y recientemente han cambiado de género como *Hepetis longibracteata*, *Lemeltonia monadelphae*, *Pseudalcantarea grandis*, *P. viridiflora*, *Racinaea ghiesbreghtii*, *R. rothschuhiana* y *Wallisia anceps* (Barfuss *et al.* 2016). El género *Aechmea* contiene las mismas ocho especies que en Flora de Guatemala y Mesoamericana, pero en el “checklist” de Bromeliaceae (Dix y Dix 2006) se incluyeron dos especies más (*A. pubescens* y *A. matudae*). Un género que no cambió en la cantidad ni las especies que están en Flora de Guatemala es *Bromelia*, pero para Flora Mesoamericana y el “checklist” no reportaron *Bromelia hemisphaerica* porque no hay colectas en el país a pesar de que Guatemala se encuentra dentro de su área de ocurrencia (Dix y Dix 2006, Utlely 1994). Al igual que el anterior, *Hechtia* tiene las mismas tres especies que están en ambas Floras, pero en el “checklist” (Dix y Dix 2006) se añaden *H. rosea* y *H. shottii*. Además, se observa que de las especies de *Vriesea* reportadas por Utlely (1994) para Guatemala, solo *V. heliconioides* permaneció en el género mientras que las demás forman parte de *Werauhia* (Grant 1995).

Los géneros que tienen más cambios en taxonomía y cantidad de especies son *Catopsis*, *Pitcairnia* y *Tillandsia*. Aparentemente *Catopsis* disminuyó por combinaciones nomenclaturales de individuos dioicos de la misma especie, pero también se añadieron nuevos reportes. A pesar de tener la misma riqueza, en *Pitcairnia* también se realizaron combinaciones de especies y se agregaron nuevas especies. Desde la elaboración de “Flora of Guatemala”, *Tillandsia* es el género que más ha aumentado, con una diferencia de 27 especies más en listado elaborado para este estudio. Dentro de estas se encuentran las siguientes especies nuevas descritas después del año de publicación de los documentos mencionados: *T. carrilloi*, *T. mateoensis*, *T. rihondoensis*, *T. stoltenni*, *T. tecpanensis*, *T. velutina*, *T. verapazana*, *T. trigalensis* y *T. zacapanensis*. También se hace la actualización de la variedad *T. ionantha* var. *scaposa* como una especie reconocida con el nombre *T. kolbii*. También se añaden las especies reconocidas para Guatemala del complejo *T. utriculata*; está *T. comitanensis* como una especie de tierras altas, *T. cucaensis* de tierras bajas en la costa sur, *T. dasyliirifolia* restringida al área de Petén y Yucatán, y las dos que están en la costa caribeña *T. izabalensis* y *T. utriculata*; además se eliminaron *T. limbata* y *T. makoyana* (Pinzón *et al.* 2019). Según los análisis filogenéticos de Barfuss *et al.* (2016), se cambiaron de géneros a seis especies que ya estaban reportadas a los siguientes taxones: *Lemeltonia*, *Pseudalcantarea*, *Racinaea* y *Wallisia*. De esta manera el género *Tillandsia* representa con 80 especies al 51.9% de la riqueza total de Bromeliaceae en el país, siendo el grupo con más de la mitad de todas las especies de la familia y el género más grande (Ver Cuadros 3 y 5).

2. Registros de Bromeliaceae para Guatemala en los herbarios y bases de datos en línea

Como parte de este estudio, se propuso elaborar una base de datos digitalizada con la información de todos los registros de la familia Bromeliaceae en Guatemala. En esta base de datos se incluyen 3732 registros obtenidos principalmente de las colecciones herborizadas en cuatro herbarios nacionales (AGUAT, BIGU, UVAL y USCG), y a cada uno se le hará entrega de su

colección digitalizada en un CD. Para complementar se utilizaron datos de GBIF y se incluyeron las colecciones no digitalizadas del herbario nacional de Estados Unidos del Smithsonian (US) y del herbario Paul C. Standley del Zamorano en Honduras (EAP). A continuación se presenta un cuadro con los registros de cada herbario y cuántos de esos se utilizaron para los análisis de riqueza (Ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Registros de Bromeliaceae por herbario y base de datos en línea.

No.	Herbarios	Registros utilizados (cant.)	Registros no utilizados (cant.)	Total de registros (cant.)
1	AGUAT	41	36	77
2	BIGU	1288	418	1706
3	USCG	325	50	375
4	*UVAL	395	56	451
5	**Internacionales	731	392	1123
TOTAL		2780	952	3732

*En los registros del herbario UVAL se incluyen registros de observaciones personales realizadas en campo y otras observaciones por investigadores asociados como Mayra Maldonado, María Renée Álvarez y Marcelo Serrano; cada uno de estos tiene localidad y fecha de registro.

**En herbarios internacionales se toman en cuenta todos los herbarios con información en la base de datos en línea GBIF.org, además se incluyen registros del herbario Paul C. Standley de Honduras y el National Herbarium del Smithsonian en Estados Unidos.

Se obtuvo un total de 3723 registros de Bromeliaceae para Guatemala recopilados de cada colección, tanto de herbarios nacionales como de la base de datos en línea (Cuadro 6). Para este estudio se utilizaron 2780 registros y se excluyeron 952 registros que corresponden a colectas en otros países, registros identificados únicamente con el género y plantas nativas o exóticas que son cultivadas ornamentalmente. Además, no se tomaron en cuenta los registros con datos deficientes en localidad y sin coordenadas de GPS que no facilitarían su georreferenciación. Del total de registros utilizados en este estudio, 2049 registros corresponden a herbarios nacionales. Los 731 registros de herbarios internacionales son de 36 herbarios o instituciones. A continuación se detallan las siglas y la cantidad de registros por cada herbario: B (3), BR (2), CAS (1), CICY (1), CMN (1), DUKE (1), EAP (41), F (21), G (2), GH (24), GOET (5), IBUNAM (91), INECOL (3), JBRJ (1), K (5), KU (1), MBM (1), MICH (50), MNHN (12), MO (302), MPEG (1), NY (1), S (1), U (7), UAMI (4), UM (1), US (76), USF (12), W (1) y WU (35). Los siguientes pertenecen a bases de datos no registradas: iNaturalist (4), USDA (9) y Tela-Botánica (1).

En la siguiente figura, se presenta el mapa de Guatemala con las 2780 colectas registradas por cada herbario (Figura 7).

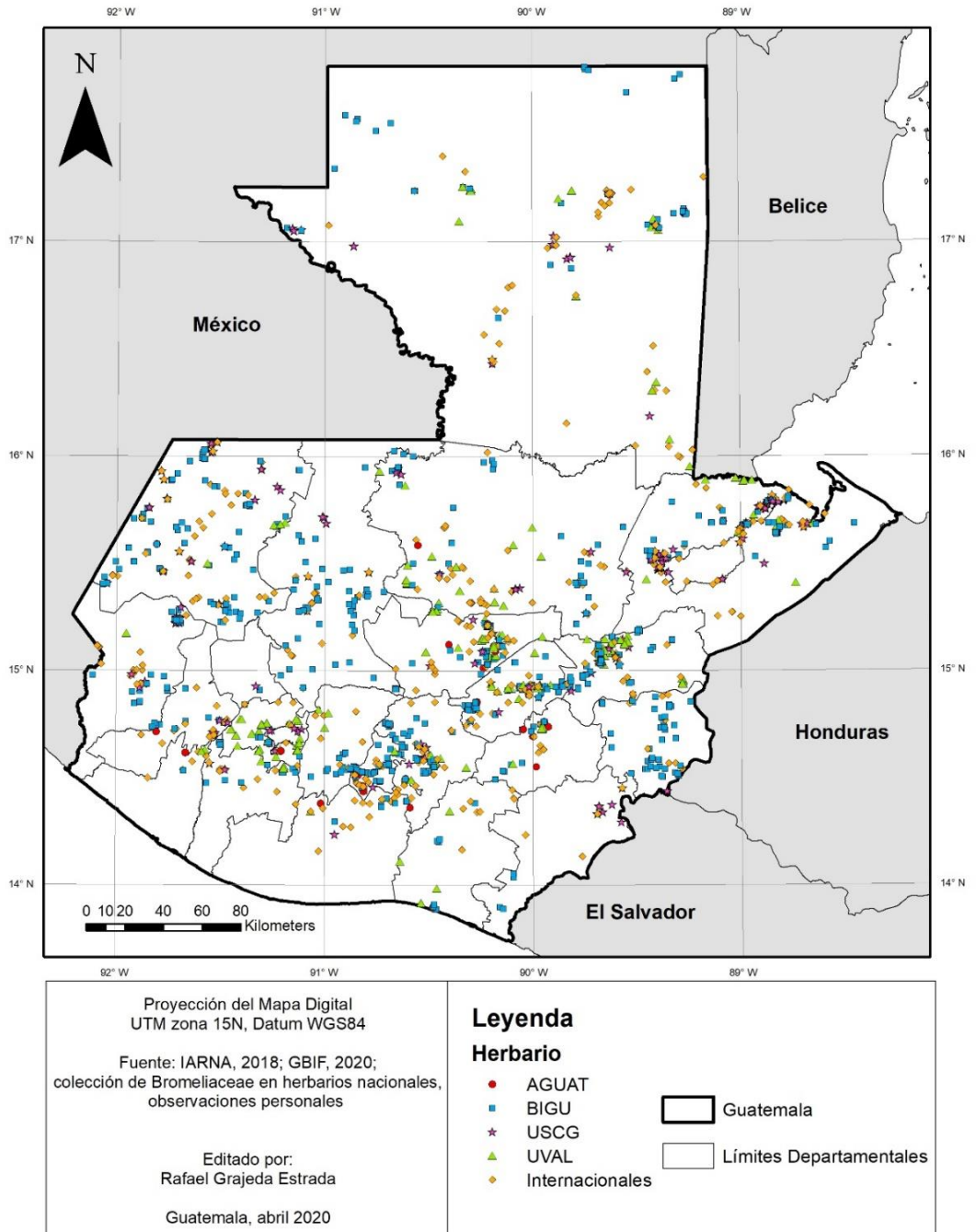


Figura 7. Mapa de distribución nacional con las colectas o registros de bromelias (Bromeliaceae) por herbarios.

En la Figura 7, se puede observar que hay colectas de especímenes en todos los departamentos del país; sin embargo, hay algunos como Totonicapán, Retalhuleu y Jutiapa que tienen colectas escasas. En general, hay localidades que pueden representar un vacío de información por sus pocas colectas como la costa del Pacífico, la meseta central en Totonicapán, el área norte de Alta Verapaz y Quiché, el este de Jalapa, y gran parte de Petén.

3. Riqueza de especies de Bromeliaceae en Guatemala

En el siguiente cuadro se presenta la riqueza de cada género de Bromeliaceae presente en Guatemala y el número de especies que se reportan para la región, pero no hay registros en el país.

Cuadro 7. Riqueza de especies de la familia Bromeliaceae presentes en Guatemala.

No.	Género	Especies (cant.)	Porcentaje total de las especies que pertenecen a ese género (%)	Especies reportadas sin registros en el país (cant.)*
1	<i>Aechmea</i>	8	5.2	2
2	<i>Ananas</i>	1	0.6	0
3	<i>Androlepis</i>	1	0.6	0
4	<i>Billbergia</i>	2	1.3	0
5	<i>Bromelia</i>	4	2.6	2
6	<i>Catopsis</i>	17	11.0	1
7	<i>Fosterella</i>	1	0.6	0
8	<i>Greigia</i>	1	0.6	0
9	<i>Guzmania</i>	3	1.9	0
10	<i>Hechtia</i>	3	1.9	0
11	<i>Hepetis</i>	1	0.6	1
12	<i>Hohenbergiopsis</i>	1	0.6	0
13	<i>Lemeltonia</i>	1	0.6	0
14	<i>Pitcairnia</i>	15	9.7	1
15	<i>Pseudalcantarea</i>	2	1.3	1
16	<i>Racinaea</i>	2	1.3	0
17	<i>Tillandsia</i>	80	51.9	7
18	<i>Vriesea</i>	1	0.6	0
19	<i>Wallisia</i>	1	0.6	0
20	<i>Werauhia</i>	9	5.8	2
TOTAL		154	100	17

*Especies reportadas en la literatura o que Guatemala se encuentra dentro de su área de distribución, pero no hay registros en las bases de datos en línea o los herbarios visitados.

El Cuadro 7 muestra que el género *Tillandsia* contiene un 51.9% de la riqueza total, seguido por *Catopsis* con 11.0% y *Pitcairnia* con 9.7%. *Werauhia* y *Aechmea* tienen 5.8% y 5.2% respectivamente; mientras que los géneros restantes tienen menos de 5%. Además hay 17 especies que solo se conocen a partir del espécimen tipo, han sido reportadas para el Guatemala y la región, pero no hay registros en el país en las colecciones revisadas.

El siguiente cuadro contiene información del número de colectas por departamento y la cantidad de colectas por unidad de área en cada uno de éstos.

Cuadro 8. Número de registros de los especímenes de la familia Bromeliaceae, el área superficial, los registros por unidad de área y el número de zonas de vida por departamento de Guatemala.

No.	Departamento	Registros	Área Superficial (km ²)	Registros por Unidad de área (reg. /km ²)	Número de Zonas de Vida
1	Alta Verapaz	151	8686	0.017	7
2	Baja Verapaz	215	3124	0.069	8
3	Chimaltenango	40	1979	0.020	8
4	Chiquimula	109	2376	0.046	6
5	El Progreso	284	1922	0.148	8
6	Escuintla	37	4384	0.008	8
7	Guatemala	149	2126	0.070	6
8	Huehuetenango	327	7400	0.044	9
9	Izabal	295	9038	0.033	6
10	Jalapa	61	2063	0.030	7
11	Jutiapa	22	3216	0.007	5
12	Petén	279	35854	0.008	5
13	Quetzaltenango	35	1953	0.018	7
14	Quiché	120	8378	0.014	9
15	Retalhuleu	15	1856	0.008	4
16	Sacatepéquez	102	465	0.219	6
17	San Marcos	98	3791	0.026	10
18	Santa Rosa	39	2995	0.013	5
19	Sololá	124	1061	0.117	6
20	Suchitepéquez	61	2510	0.024	9
21	Totonicapán	5	1061	0.005	3
22	Zacapa	212	2690	0.079	8
TOTAL		2780	108928	0.026	N/A

En el Cuadro 8, se puede observar que los departamentos con más de 150 registros son Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Huehuetenango, Izabal, Petén y Zacapa. A pesar de tener bastantes registros, los que tienen menos del 0.05 reg./km² son Alta Verapaz, Huehuetenango, Izabal, y Petén. Además, los departamentos con más de 0.05 reg./km² registros por unidad área son Baja Verapaz, Guatemala, Sacatepéquez, Sololá, El Progreso y Zacapa, los últimos dos son los únicos que tienen más de 150 registros. Por último, los departamentos con menos del 0.05 reg./km² y menos de 150 registros son Chimaltenango, Chiquimula, Escuintla, Jalapa, Jutiapa, Quetzaltenango, Quiché, Retalhuleu, San Marcos, Santa Rosa, Suchitepéquez y Totonicapán.

4. Riqueza de especies de Bromeliaceae por departamentos

A continuación, se presenta la riqueza de especies y géneros de bromelias que tiene cada departamento de Guatemala.

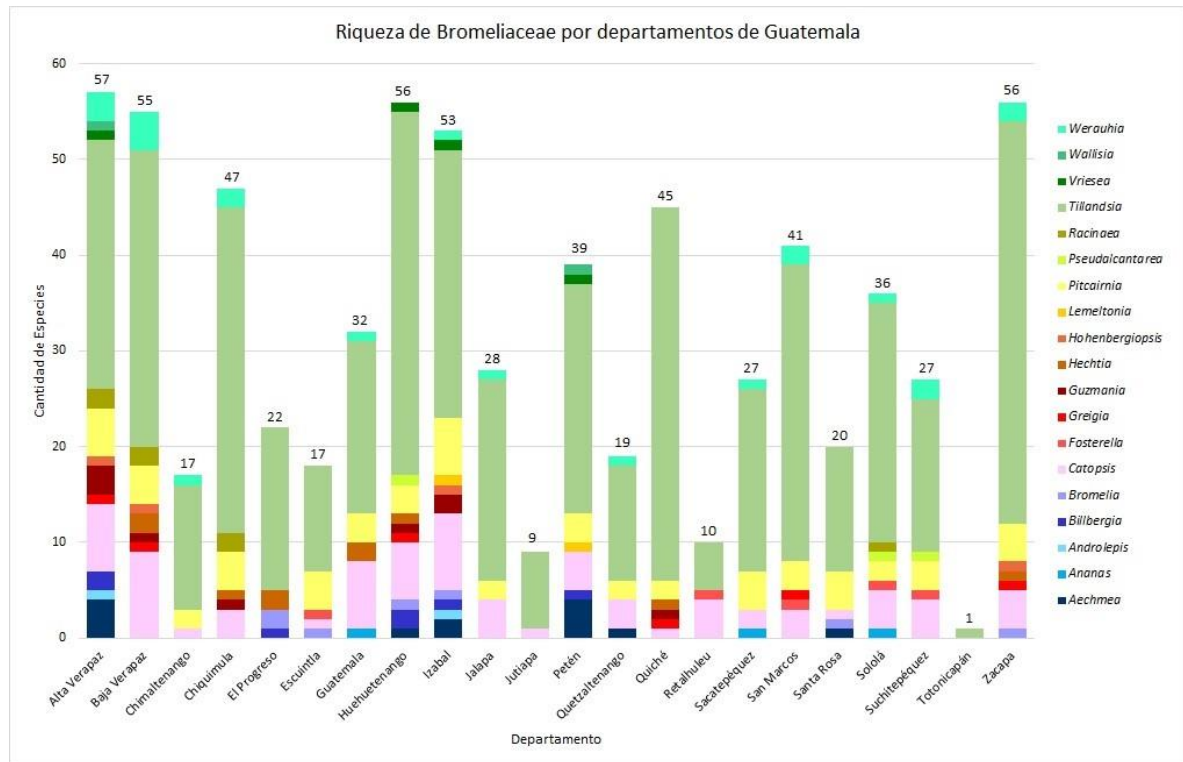


Figura 8. Riqueza de especies y géneros de la familia Bromeliaceae distribuidas en los departamentos de Guatemala.

En la Figura 8 se muestra que los departamentos con una riqueza mayor a 50 especies son Alta Verapaz, Izabal, Huehuetenango, Baja Verapaz y Zacapa; los primeros tres son los que tiene más de 10 géneros diferentes. Luego Chiquimula, Quiché, San Marcos, Petén, Sololá y Guatemala tienen entre 30 y 50 especies distribuidos entre seis a ocho géneros. Los departamentos que tienen entre 10 y 30 especies son Chimaltenango, El Progreso, Escuintla, Jalapa, Quetzaltenango, Retalhuleu, Sacatepéquez, Santa Rosa, y Suchitepéquez; estos departamentos tienen entre tres a seis géneros diferentes. Por último, están Jutiapa con nueve especies pertenecientes a dos géneros y Totonicapán con únicamente una especie. Se puede observar que el único género presente en todos los departamentos es *Tillandsia*, seguido por *Catopsis* que se encuentra en 20, y *Pitcairnia* en 18. Los géneros que se encuentran en menos de cuatro departamentos son *Ananas*, *Androlepis*, *Lemeltonia*, *Pseudalcantarea* y *Wallisia*; todos los anteriores tienen una especie excepto *Pseudalcantarea* que tiene dos, pero no hay registros observados de *P. grandis* en el país.

5. Riqueza de especies de Bromeliaceae por zonas de vida

En la Figura 9, se visualiza la distribución de los registros utilizados en las 13 zonas de vida del país y en la Figura 10 están la riqueza de géneros y especies de cada una de las zonas.

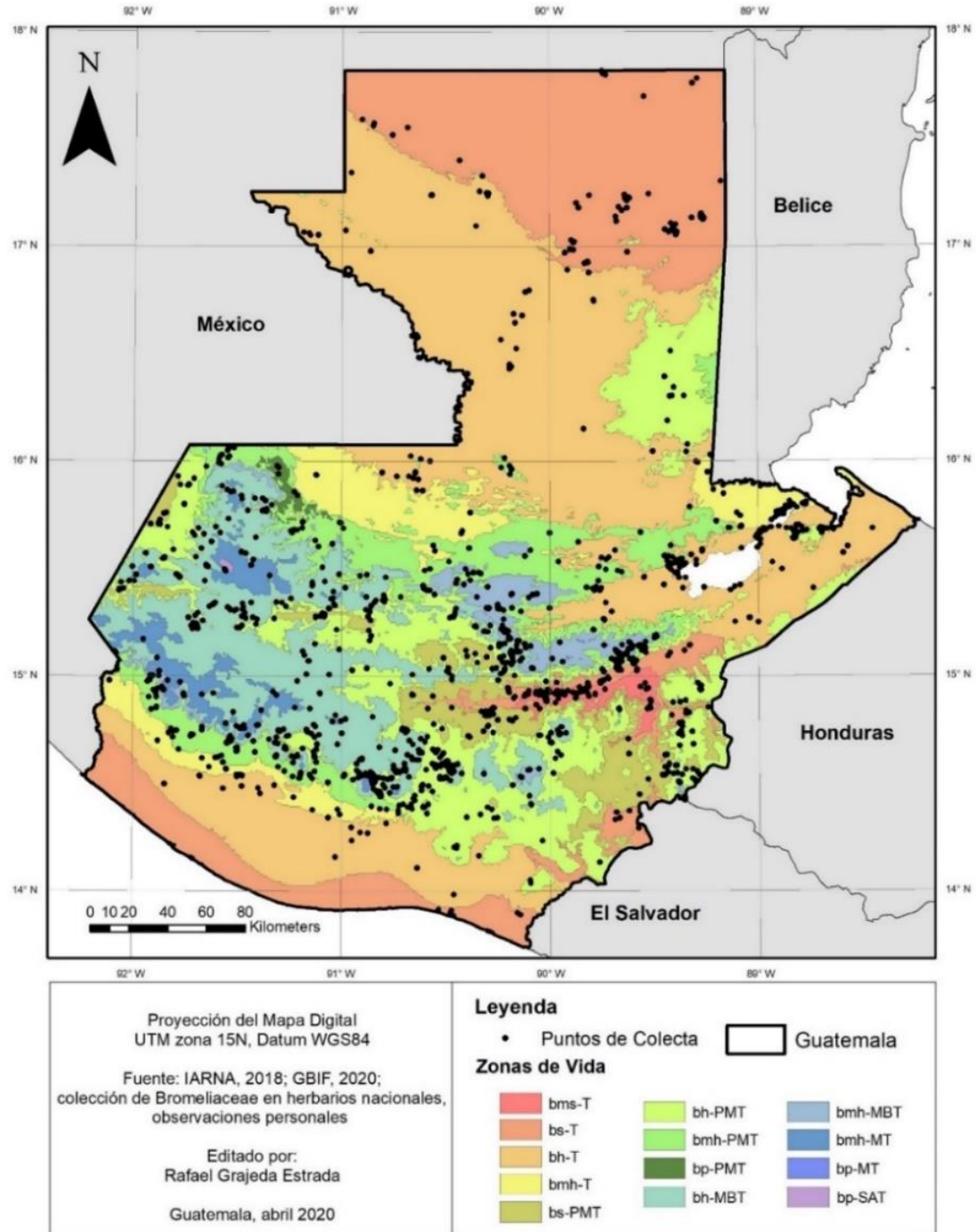


Figura 9. Mapa de distribución de las colectas de la familia Bromeliaceae por zonas de vida en Guatemala.

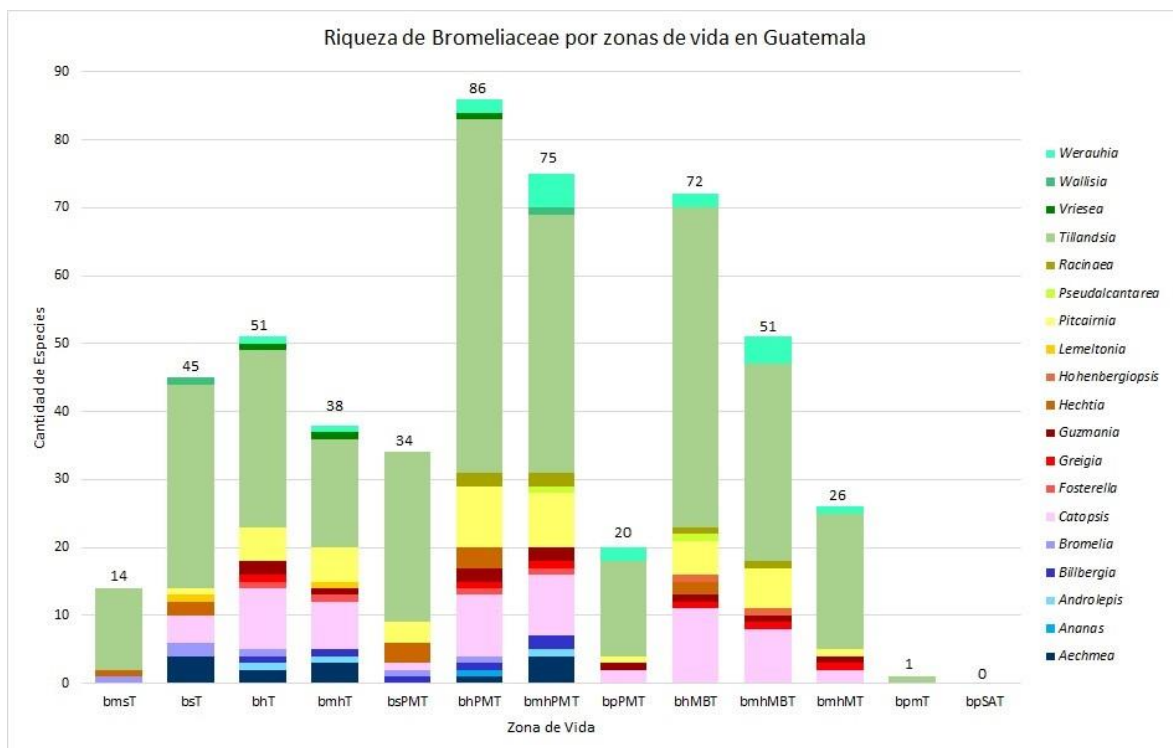


Figura 10. Riqueza de especies y géneros de la familia Bromeliaceae distribuidas en las zonas de vida de Guatemala.

En las Figuras 9 y 10 se puede observar la distribución de las especies en las 13 zonas de vida de Guatemala, según IARNA-URL (2018). De las 154 especies presentes en el país, los bosques con más de 70 especies son los bosques premontanos húmedos (86) y muy húmedo (75) y el bosque húmedo montano bajo (72); estas tres zonas tienen más de 10 géneros. El bosque húmedo tropical y el bosque muy húmedo montano bajo tropical tienen la misma cantidad de especies (51), pero el primero tiene 12 géneros representados mientras que el segundo tiene ocho. Los que tienen menos de 50 especies y una riqueza entre 5 y 11 géneros, son los bosques secos (45) y muy húmedos tropicales (38), los bosques secos (34) y pluviales premontanos (20), los bosques muy húmedos montanos (26). Por último, el bosque muy seco tropical tiene 14 especies de tres géneros y el bosque pluvial montano tropical solo tiene una especie; mientras que no hay presencia de bromelias en los bosques pluviales sub-andinos tropicales. El único género que se encuentra en las 12 zonas de vida con presencia de Bromeliaceae es *Tillandsia*, mientras que *Catopsis* y *Pitcairnia* se encuentran en las mismas 10 zonas de vida excepto el bosque muy seco tropical y el bosque pluvial montano tropical. Los géneros *Guzmania* y *Werauhia* están distribuidos en las mismas ocho zonas de vida. Los géneros restantes se encuentran entre una y seis zonas de vida.

C. Mapas de distribución de las especies de Bromeliaceae presentes en Guatemala

Los siguientes 29 mapas presentan la distribución de las 137 especies de las que se obtuvo información y que tenían localidades o datos georeferenciados en el país. Cada mapa contiene entre tres y seis especies del mismo género o con distribuciones parecidas por zonas de vida. En el caso de *Tillandsia* se agrupan a las especies morfológicamente similares o especies de distribuciones amplias como *T. recurvata*, *T. usneoides* y *T. caput-medusae*.

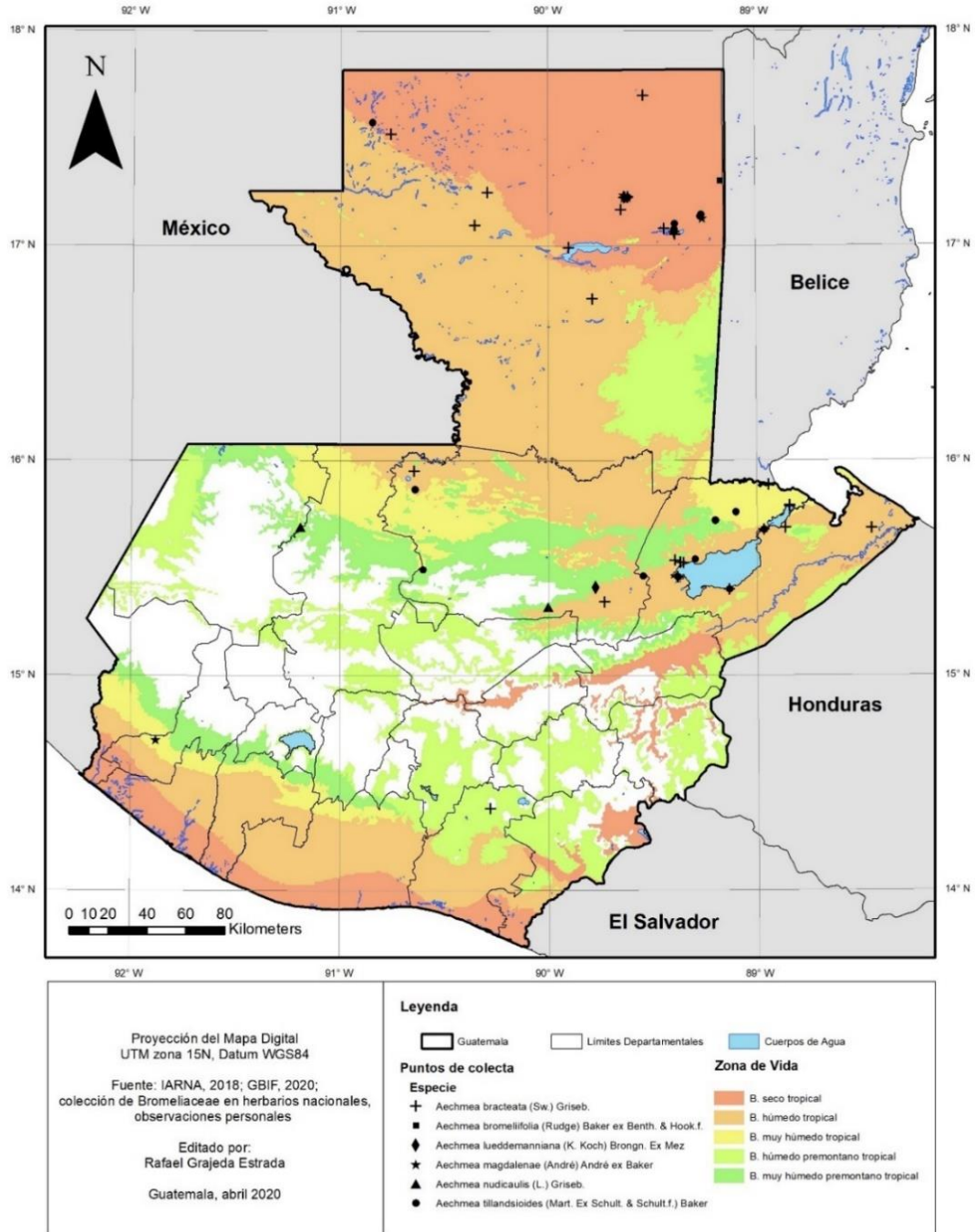


Figura 11. Mapa de distribución del género *Aechmea*.

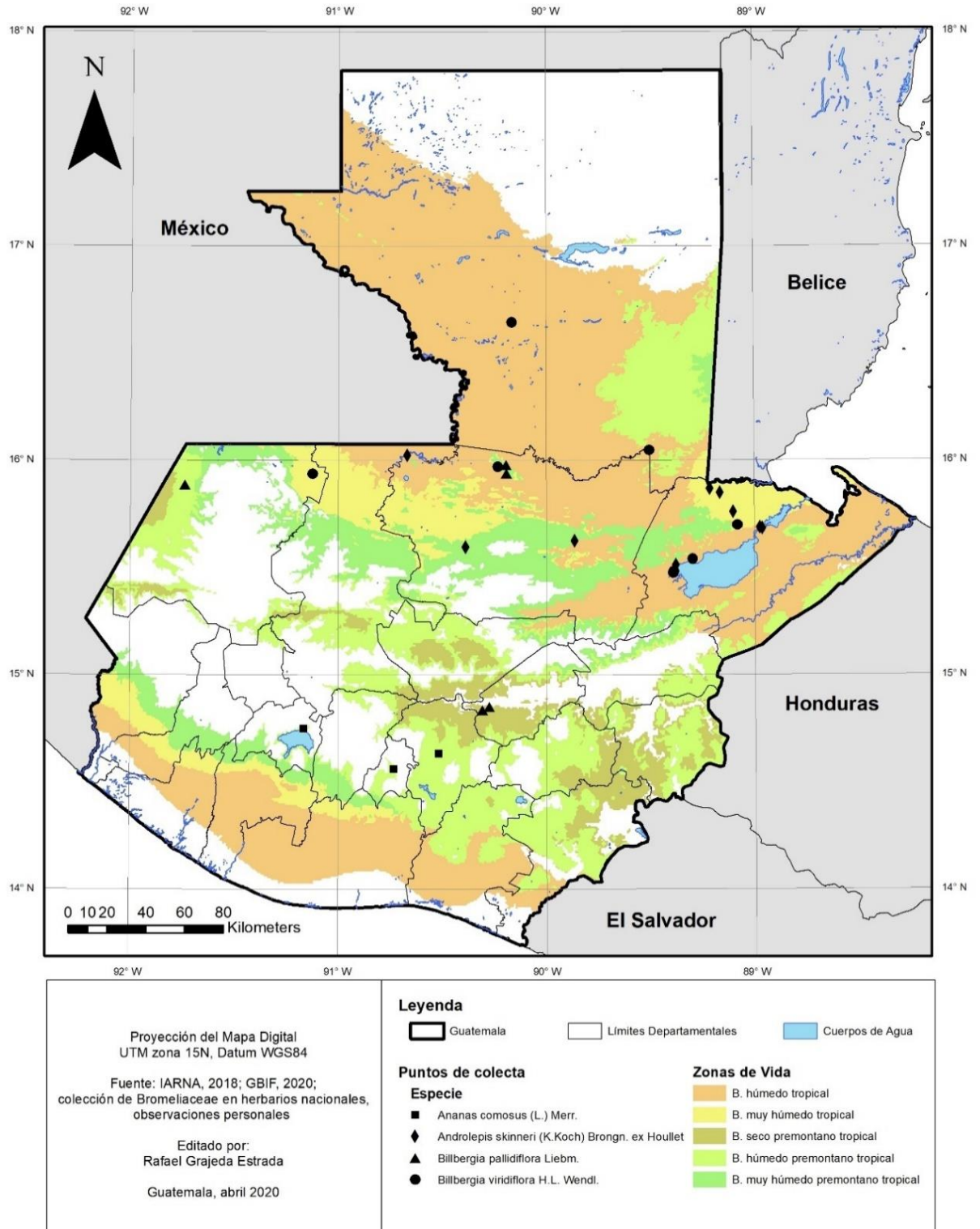


Figura 12. Mapa de distribución de los géneros *Ananas*, *Androlepis* y *Billbergia*.

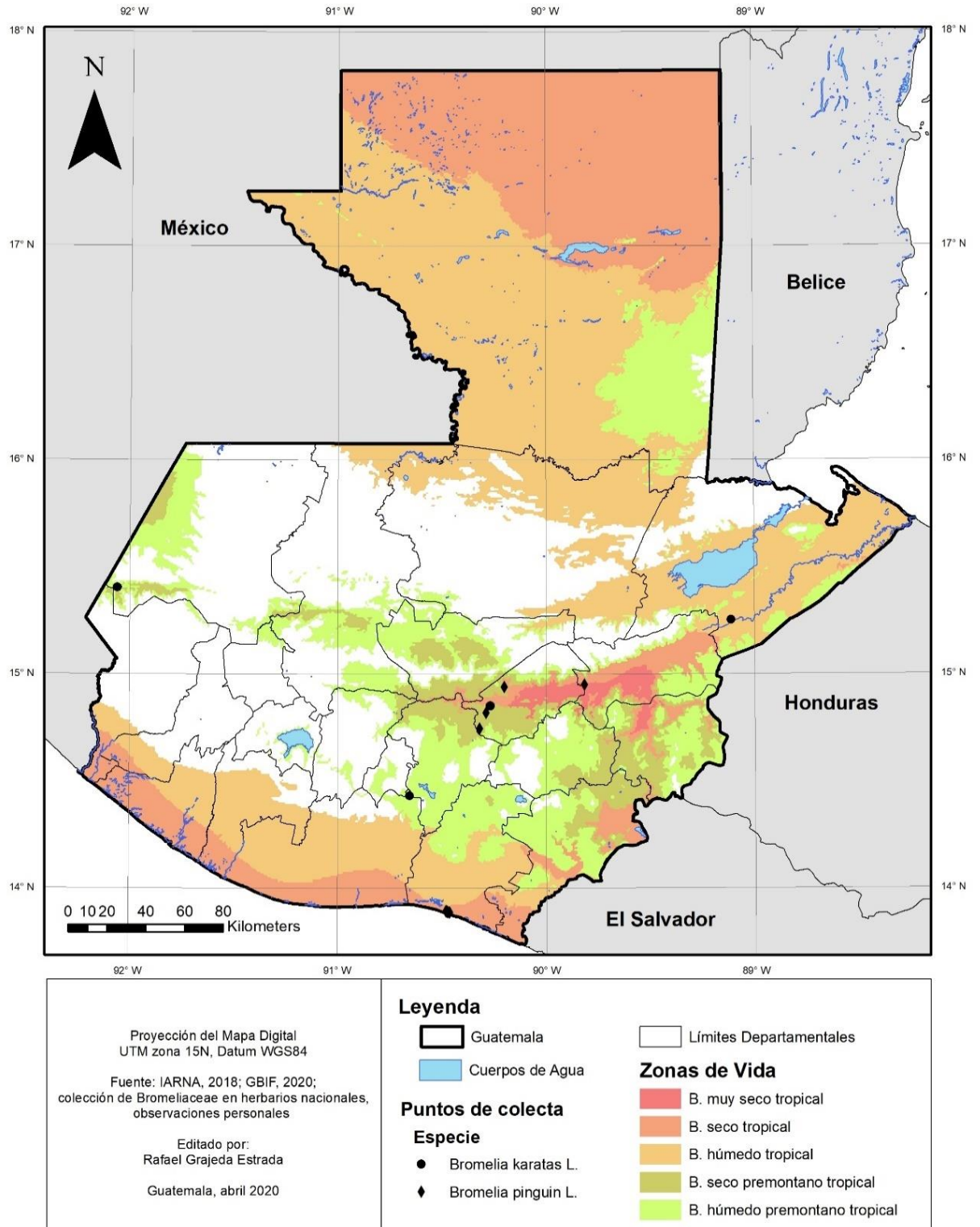


Figura 13. Mapa de distribución del género *Bromelia*.

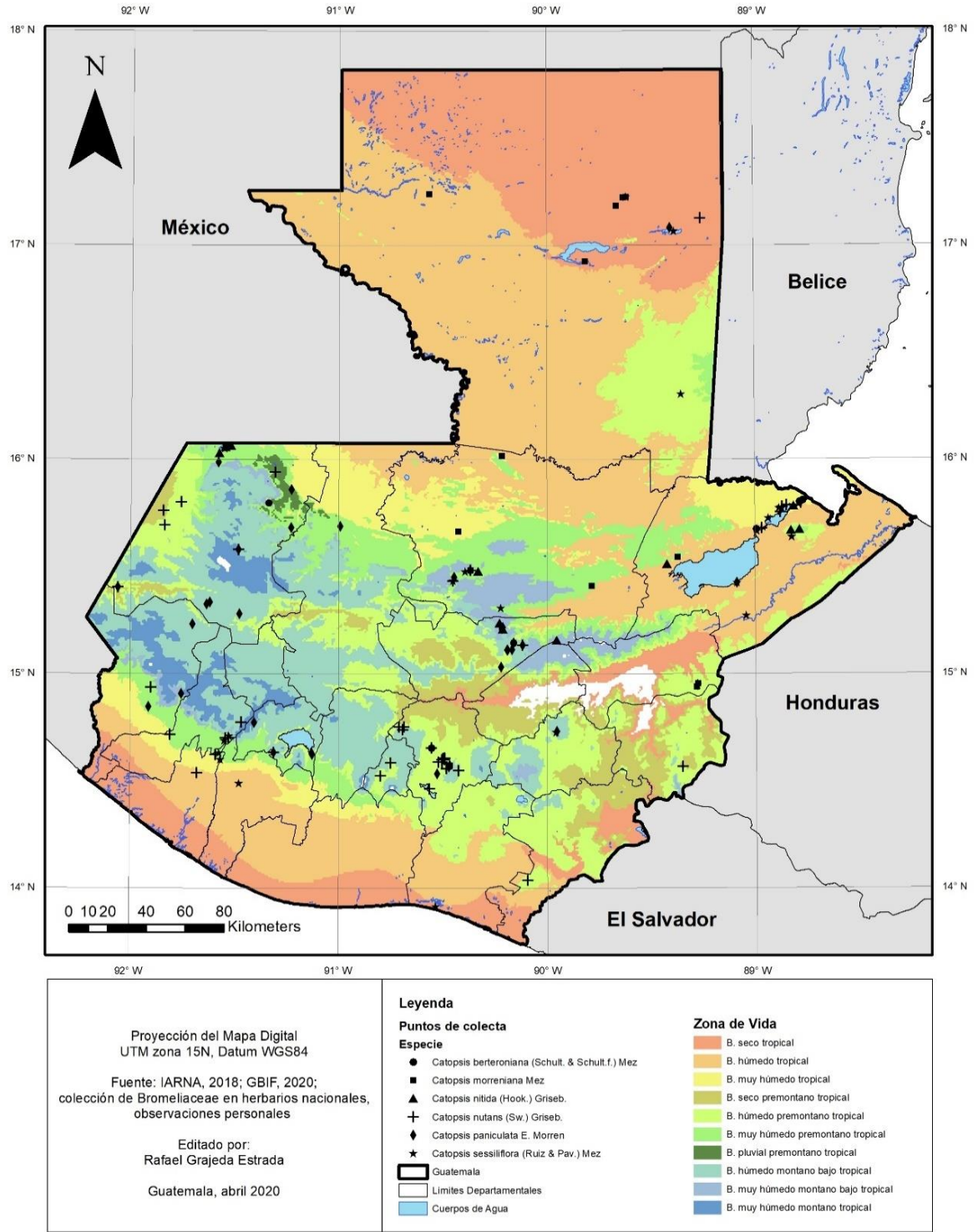


Figura 14. Mapa de distribución del género *Catopsis* con *C. berteroniana*, *C. morreniana*, *C. nitida*, *C. nutans*, *C. paniculata* y *C. sessiliflora*.

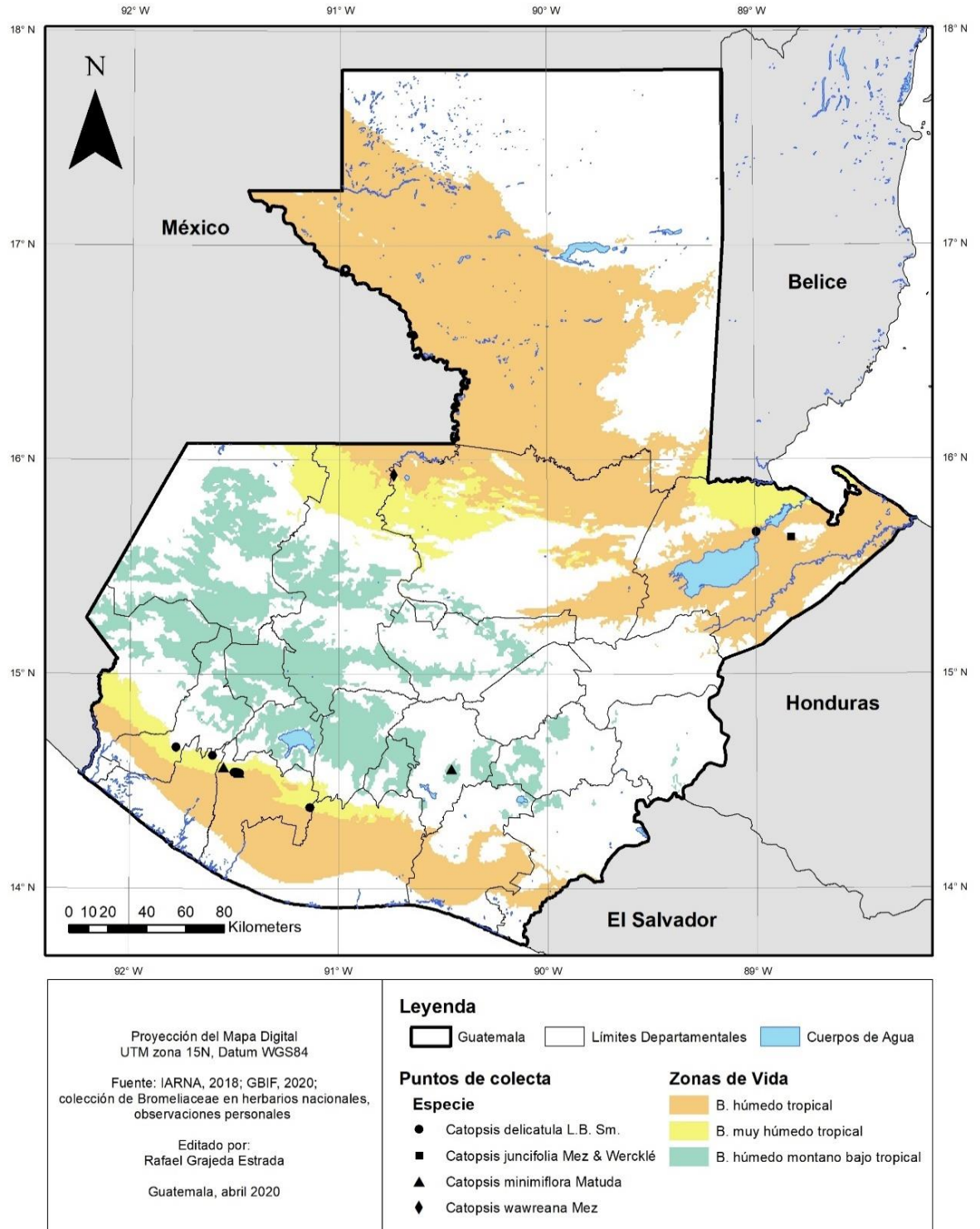


Figura 15. Mapa de distribución del género *Catopsis* con *C. delicatula*, *C. juncifolia*, *C. minimiflora* y *C. wawreana*.

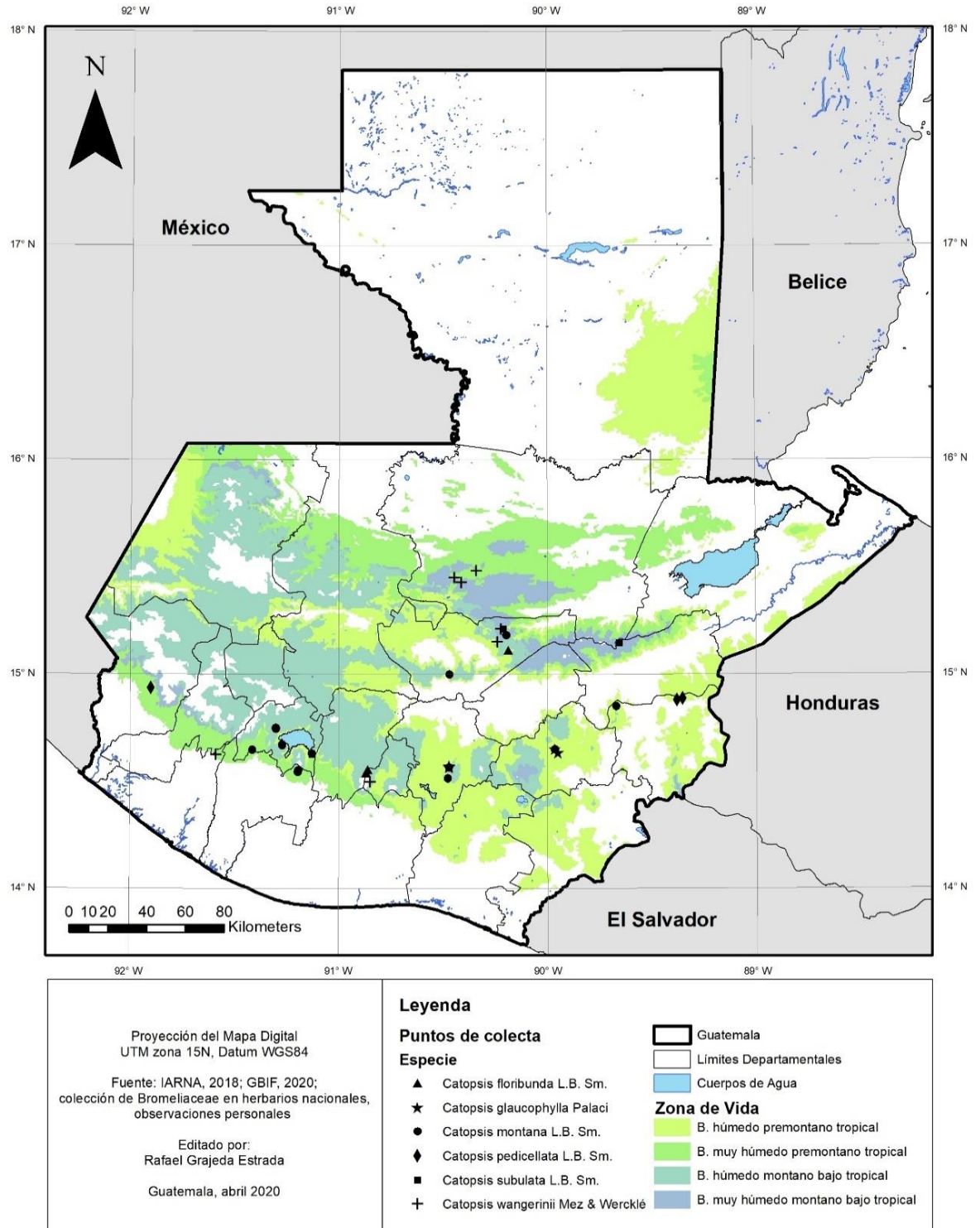


Figura 16. Mapa de distribución del género *Catopsis* con *C. floribunda*, *C. glaucophylla*, *C. montana*, *C. pedicellata*, *C. subulata* y *C. wangerinii*.

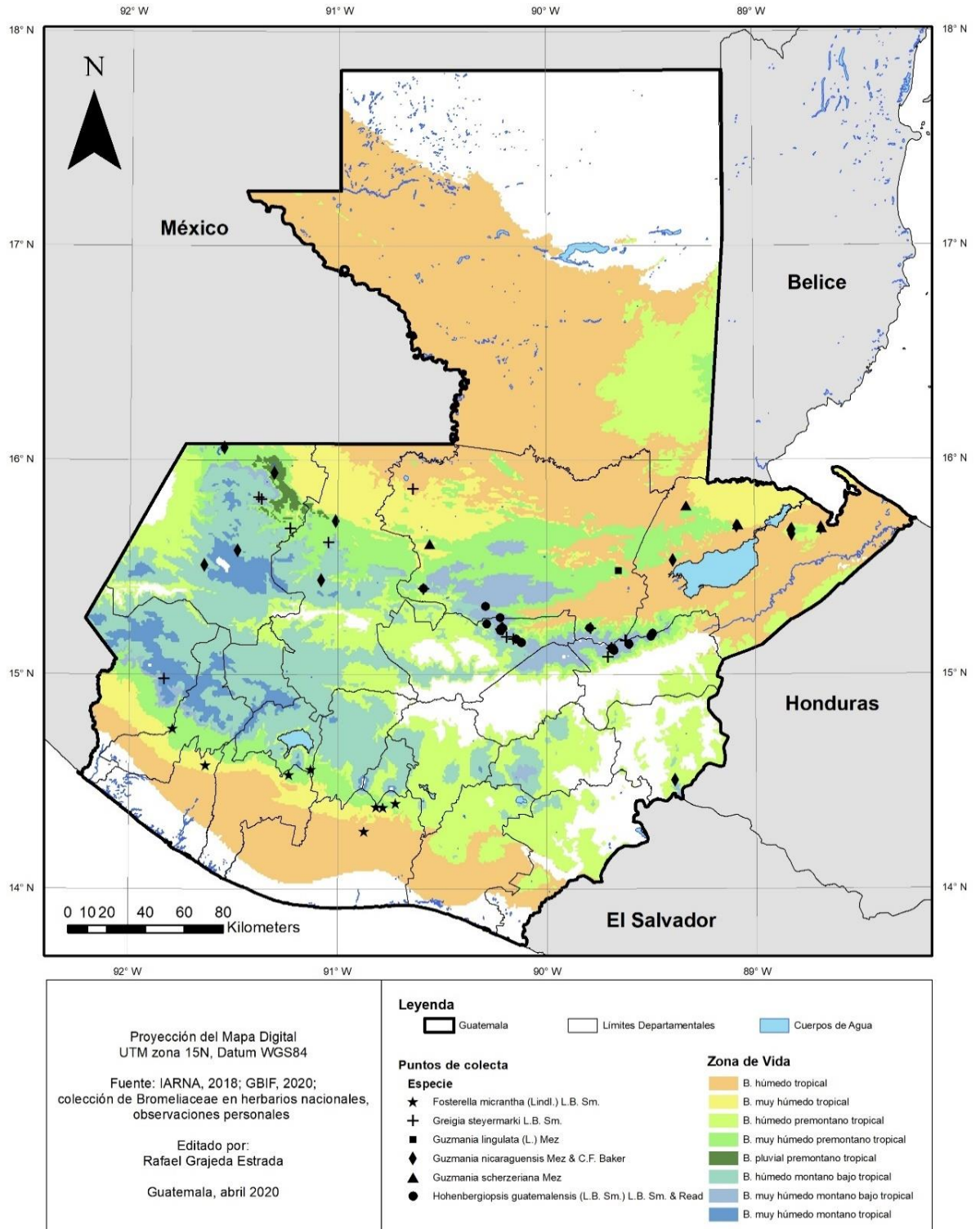


Figura 17. Mapa de distribución de los géneros *Fosterella*, *Greigia*, *Guzmania* y *Hohenbergiopsis*.

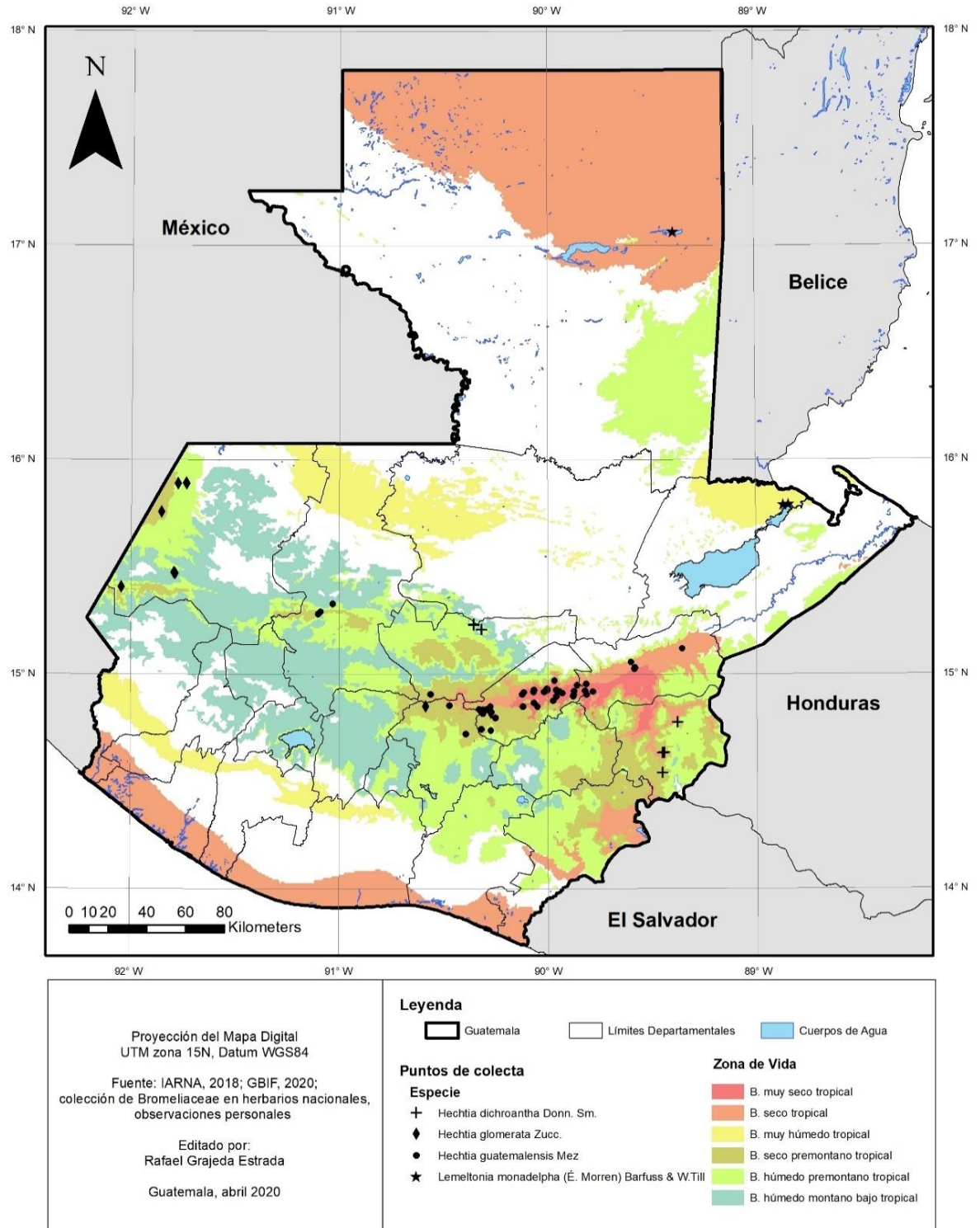


Figura 18. Mapa de distribución de los géneros *Hechtia* y *Lemeltonia*.

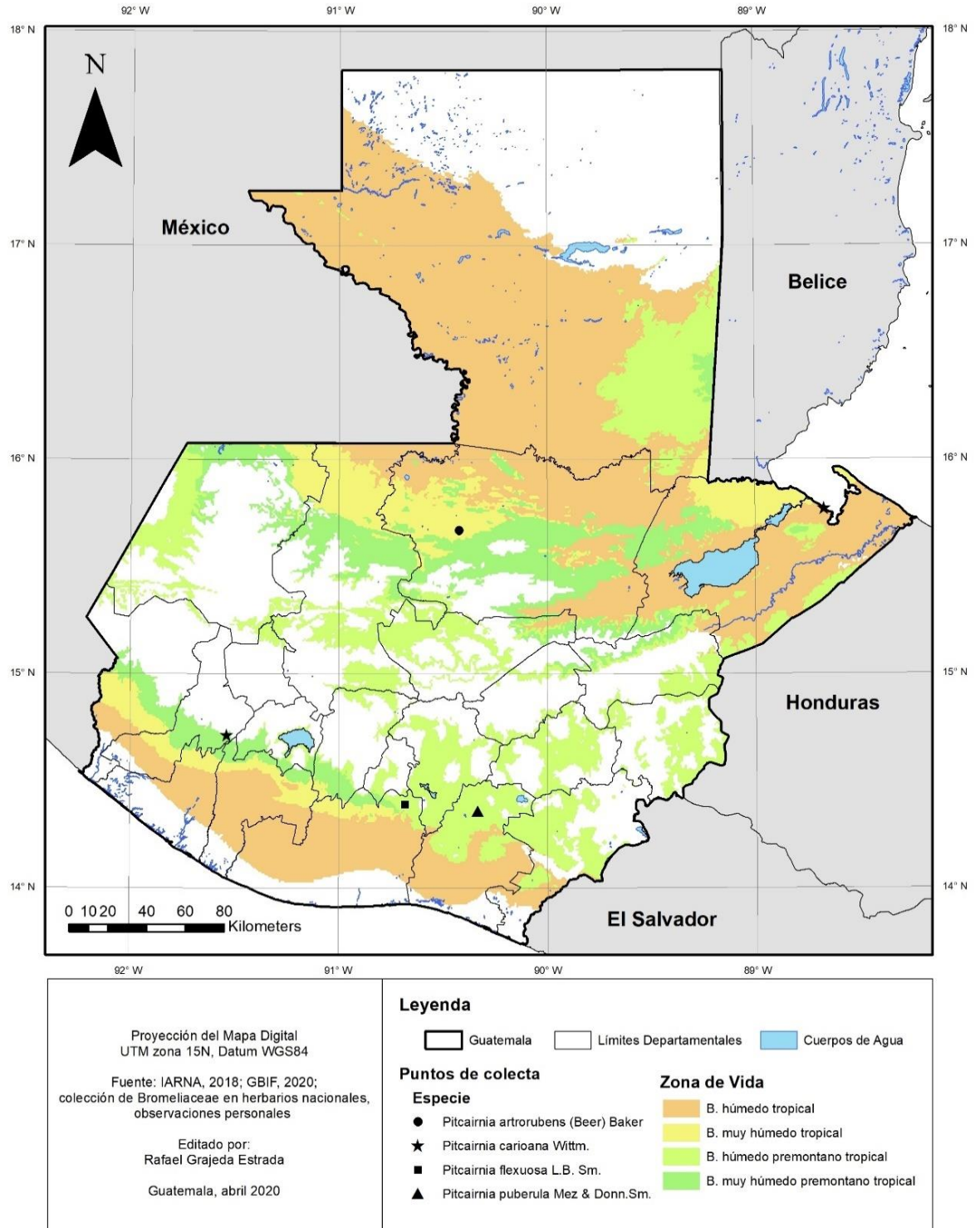


Figura 19. Mapa de distribución del género *Pitcairnia* con *P. arrorubens*, *P. carioana*, *P. flexuosa* y *P. puberula*.

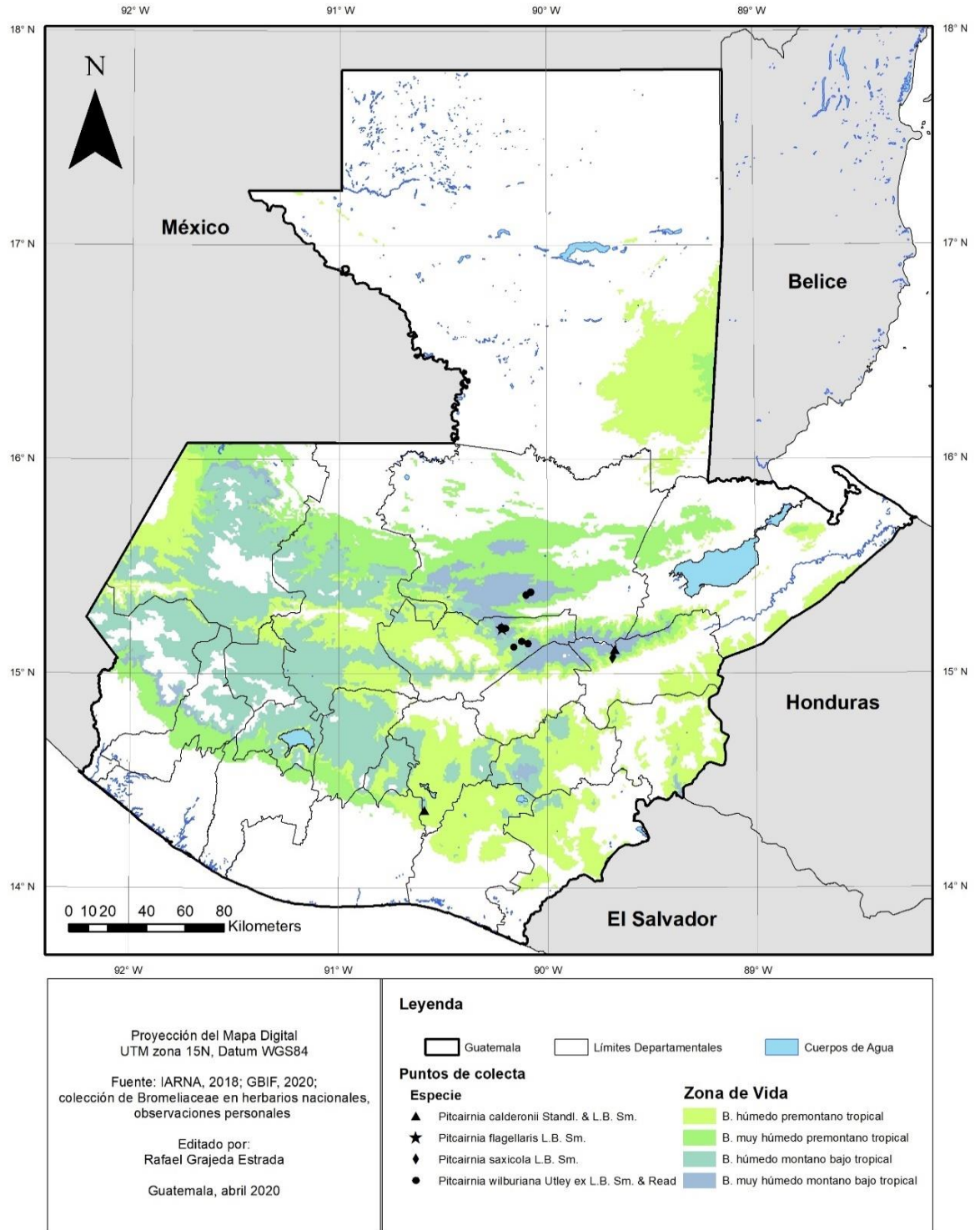


Figura 20. Mapa de distribución del género *Pitcairnia* con *P. calderonii*, *P. flagellaris*, *P. saxicola* y *P. wilburiana*.

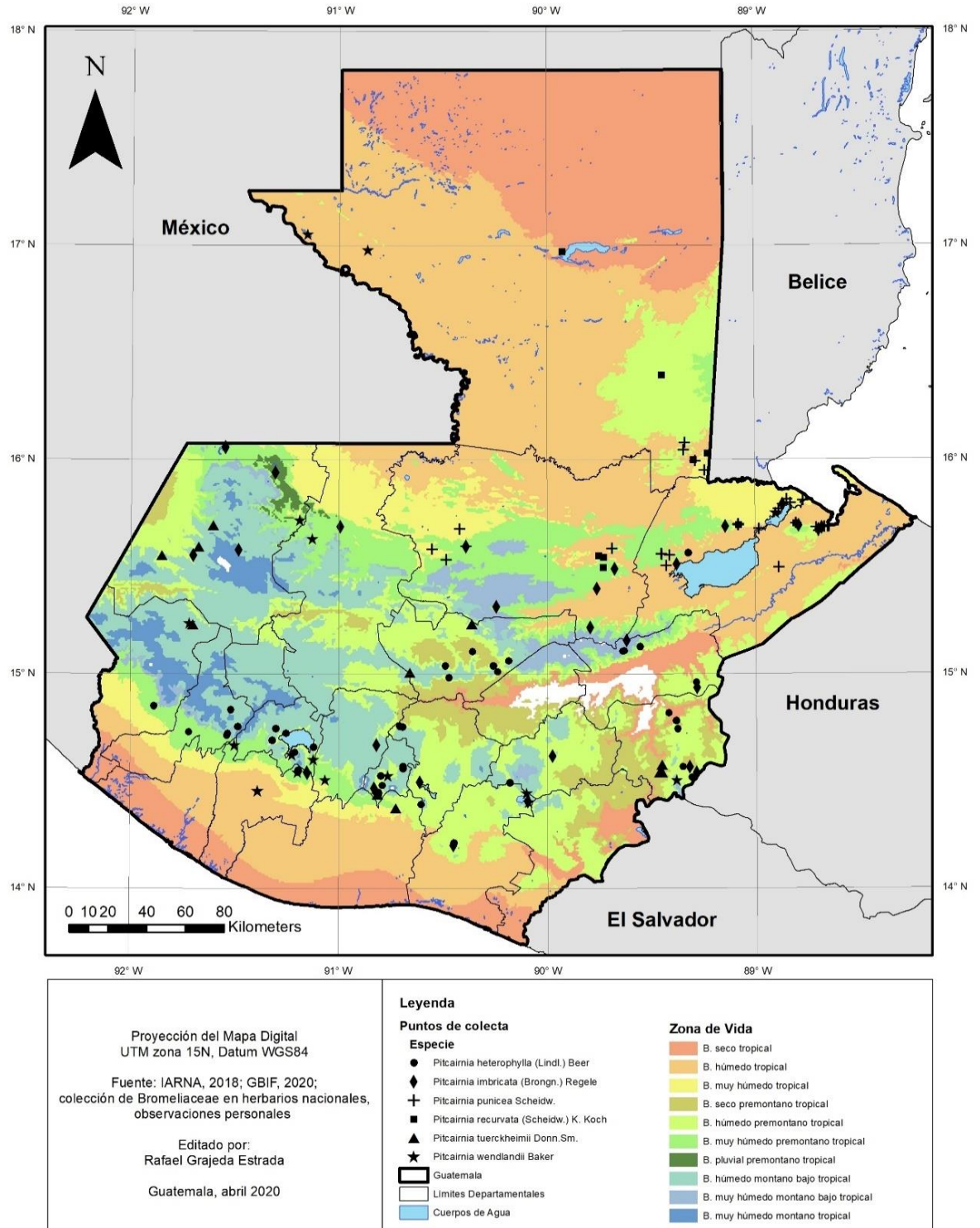


Figura 21. Mapa de distribución del género *Pitcairnia* con *P. heterophylla*, *P. imbricata*, *P. punicea*, *P. recurvata*, *P. tuerckheimii* y *P. wendlandii*.

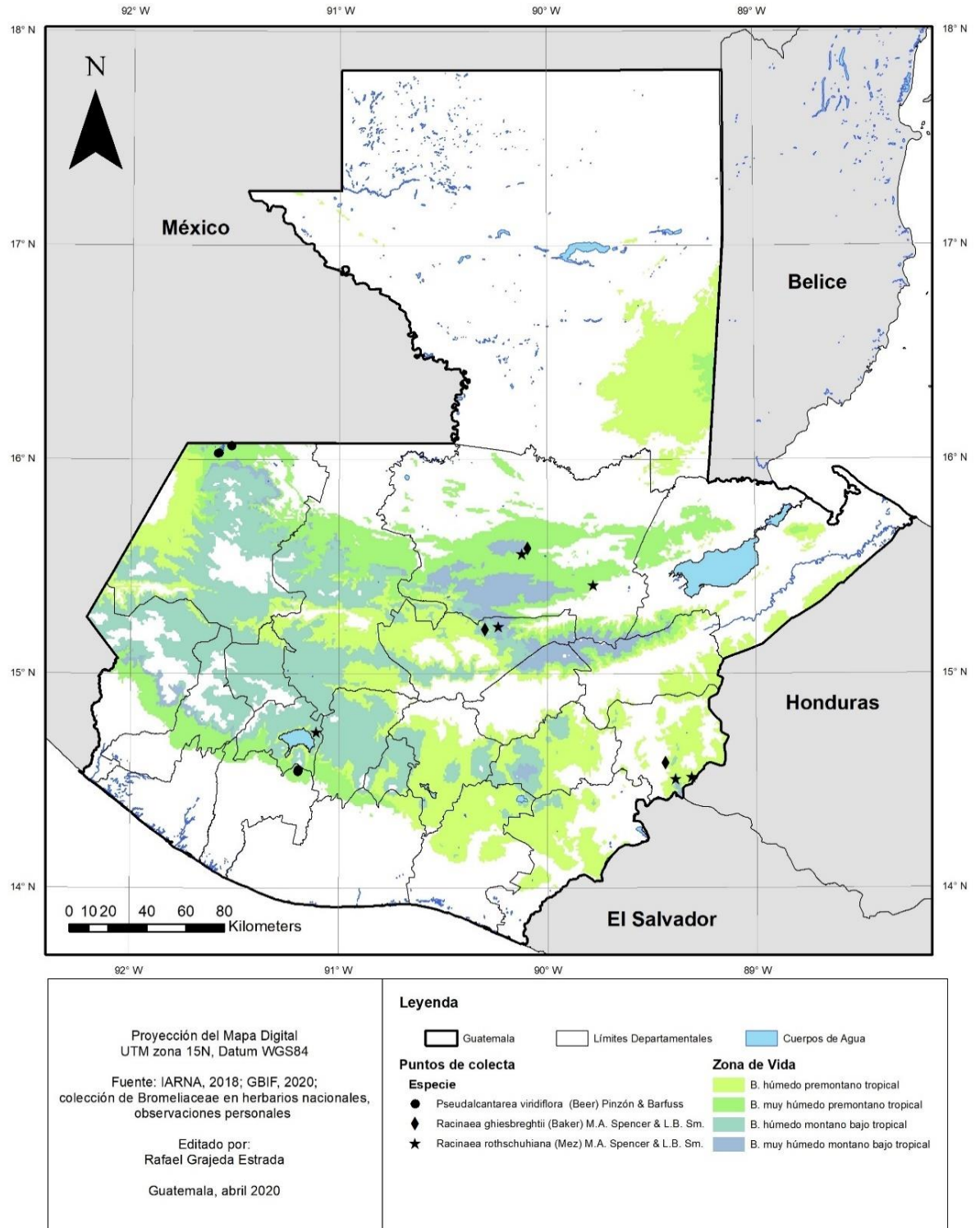


Figura 22. Mapa de distribución de los géneros *Pseudalcantarea* y *Racinaea*.

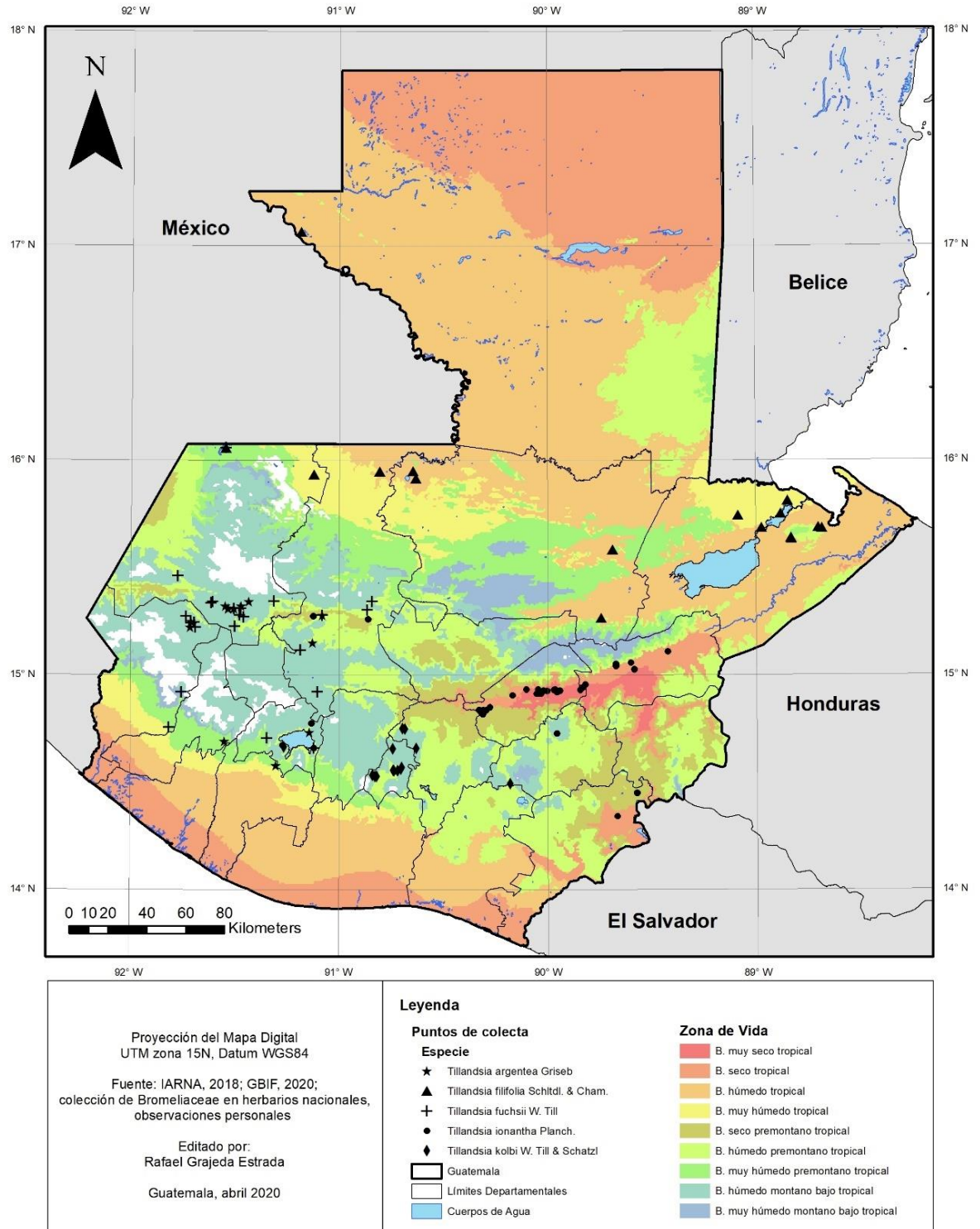


Figura 23. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. argentea*, *T. filifolia*, *T. fuchsii*, *T. ionantha* y *T. kolbii*.

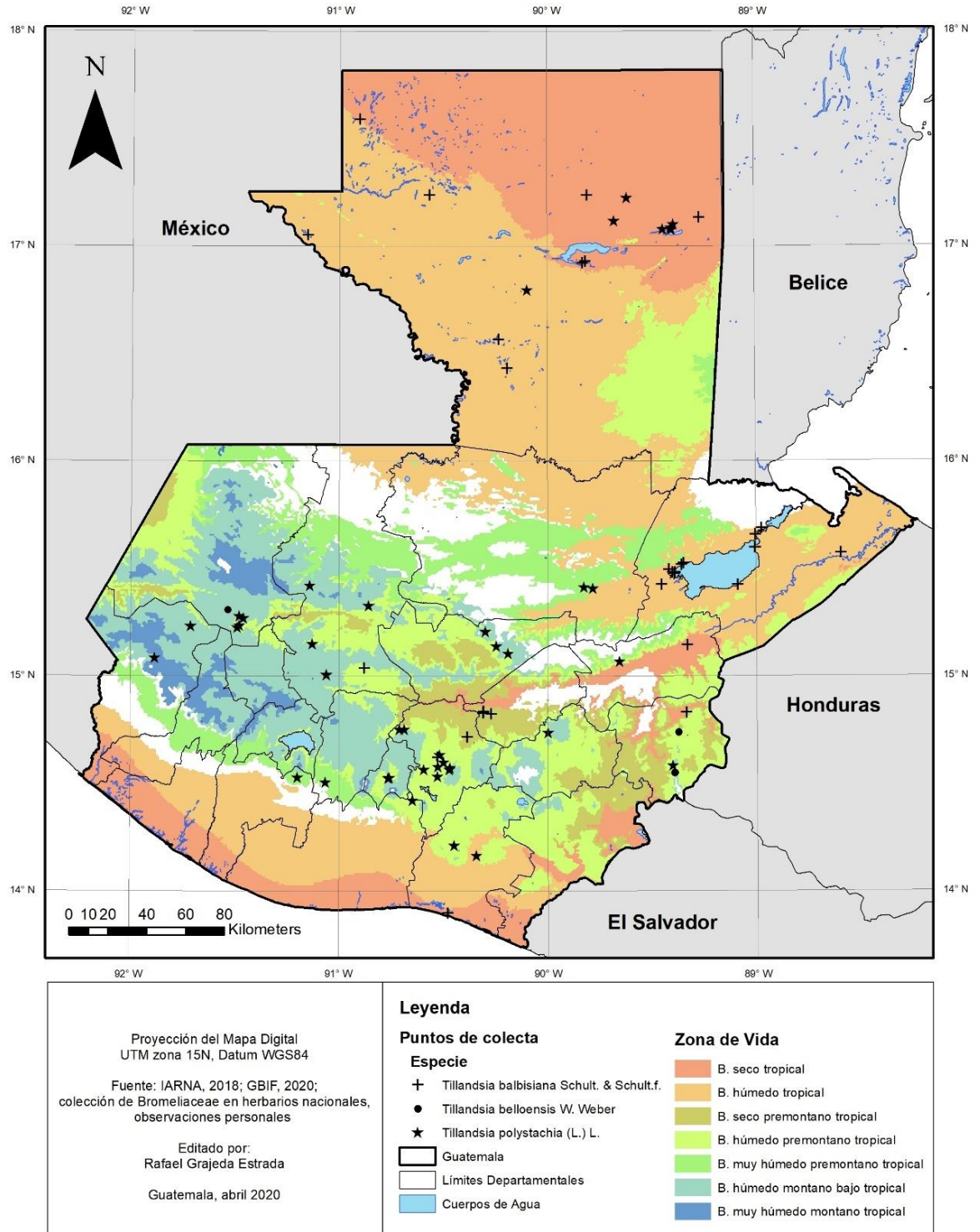


Figura 24. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. balbisiana*, *T. belloensis* y *T. polystachia*.

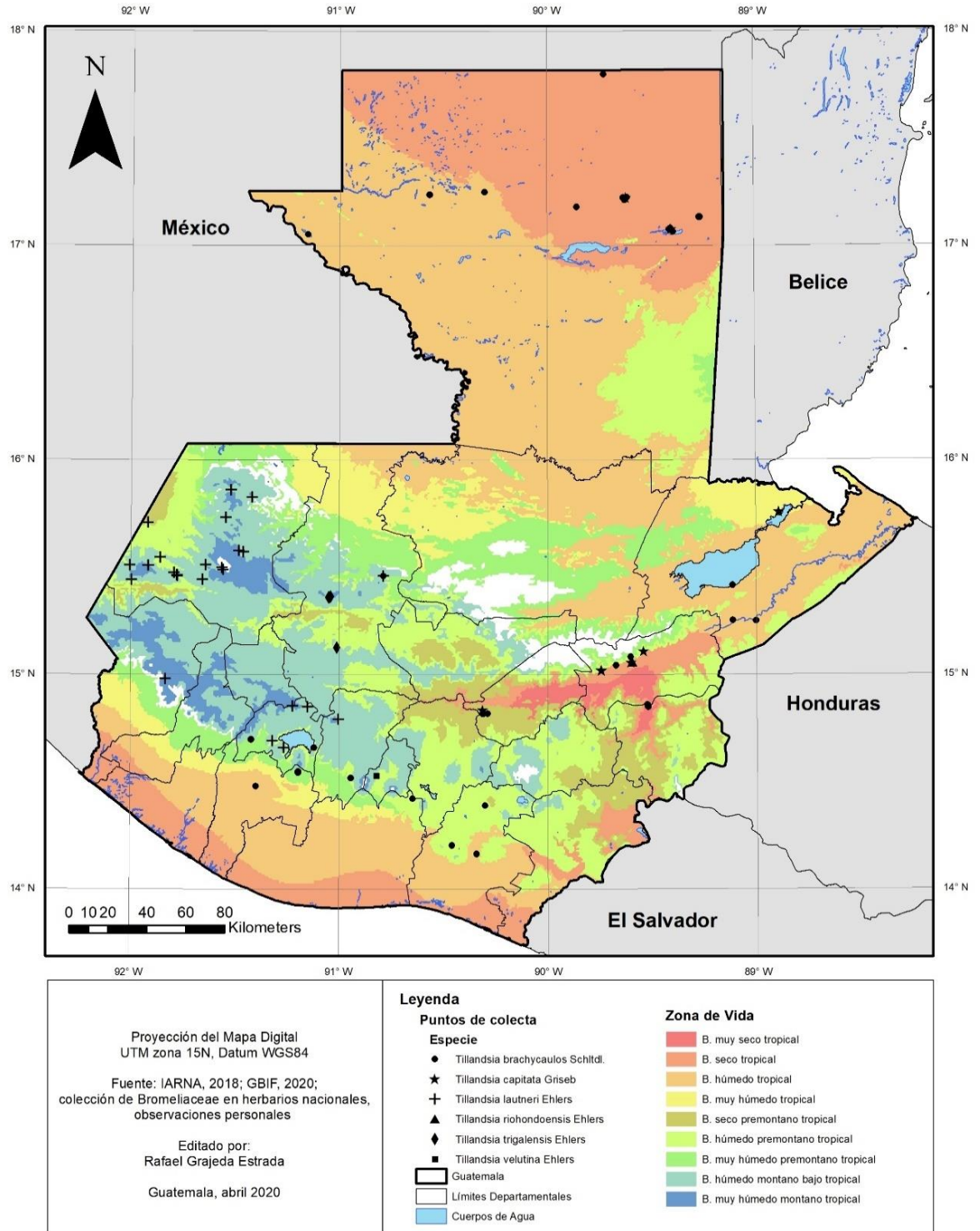


Figura 25. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. brachycaulos*, *T. capitata*, *T. lautneri*, *T. riohondoensis*, *T. trigalensis* y *T. velutina*.

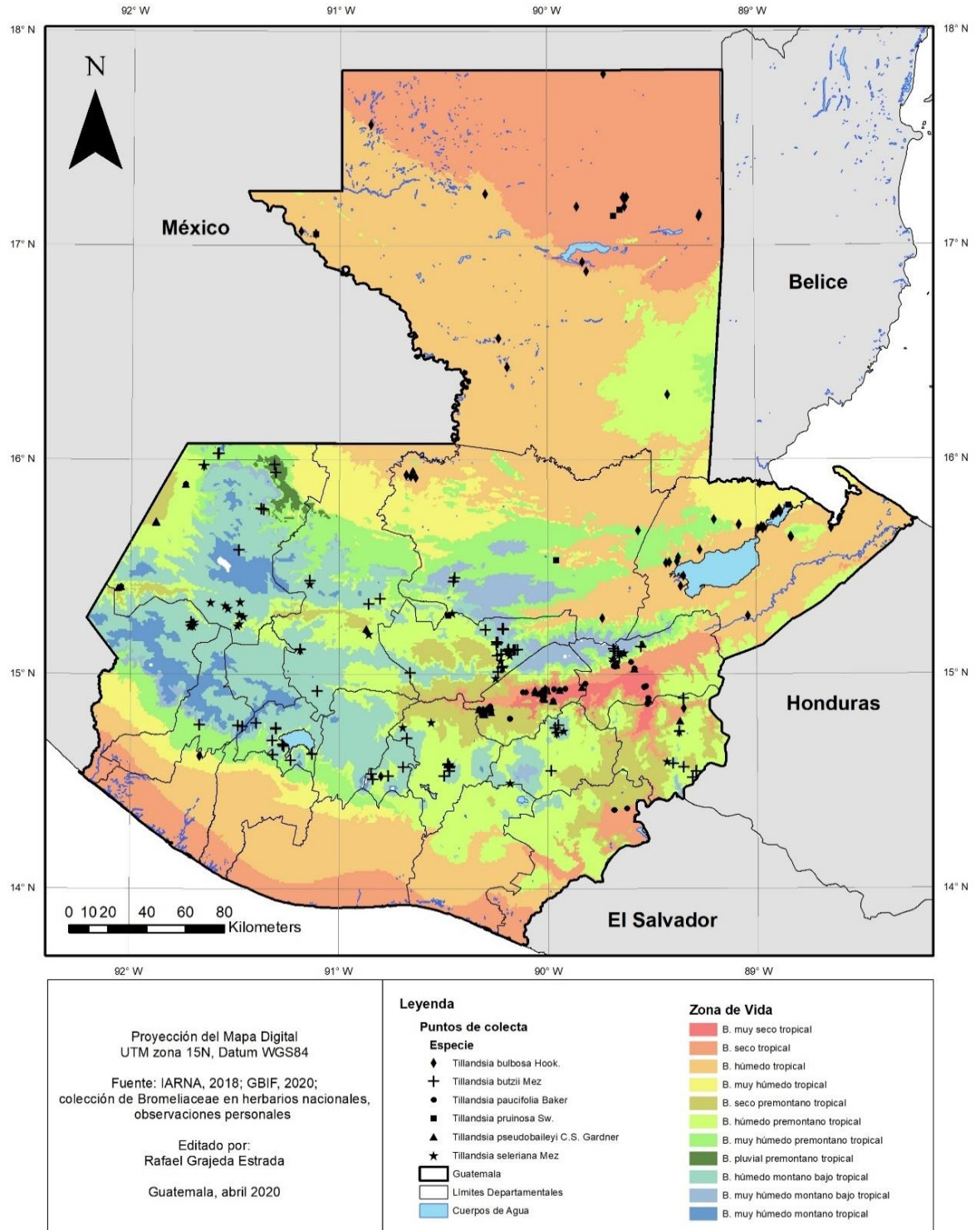


Figura 26. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. bulbosa*, *T. butzii*, *T. paucifolia*, *T. pruinosa*, *T. pseudobaileyi* y *T. seleriana*.

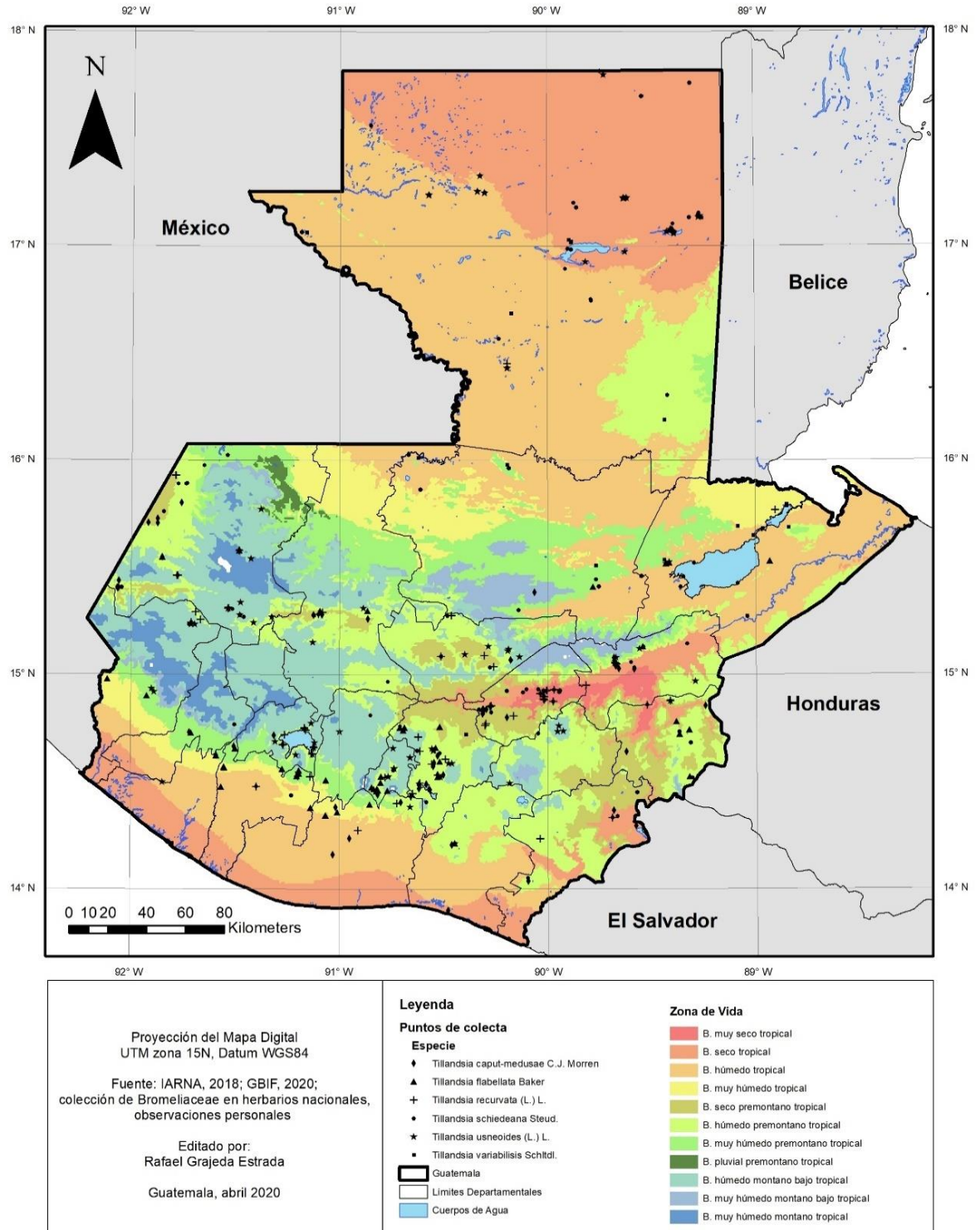


Figura 27. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. caput-medusae*, *T. flabellata*, *T. recurvata*, *T. schiedeana*, *T. usneoides* y *T. variabilis*.

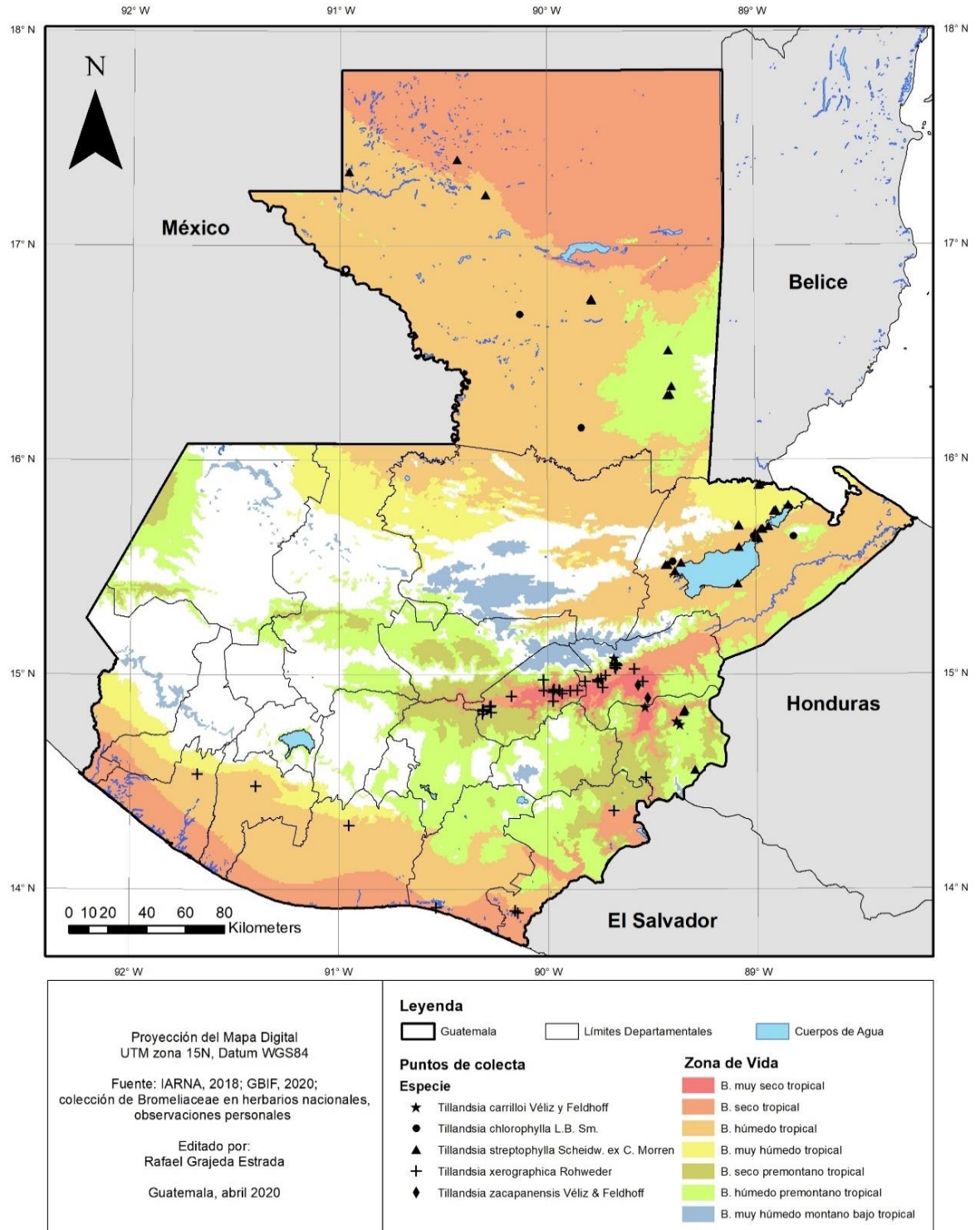


Figura 28. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. carrilloi*, *T. chlorophylla*, *T. streptophylla*, *T. xerographica* y *T. zacapanensis*.

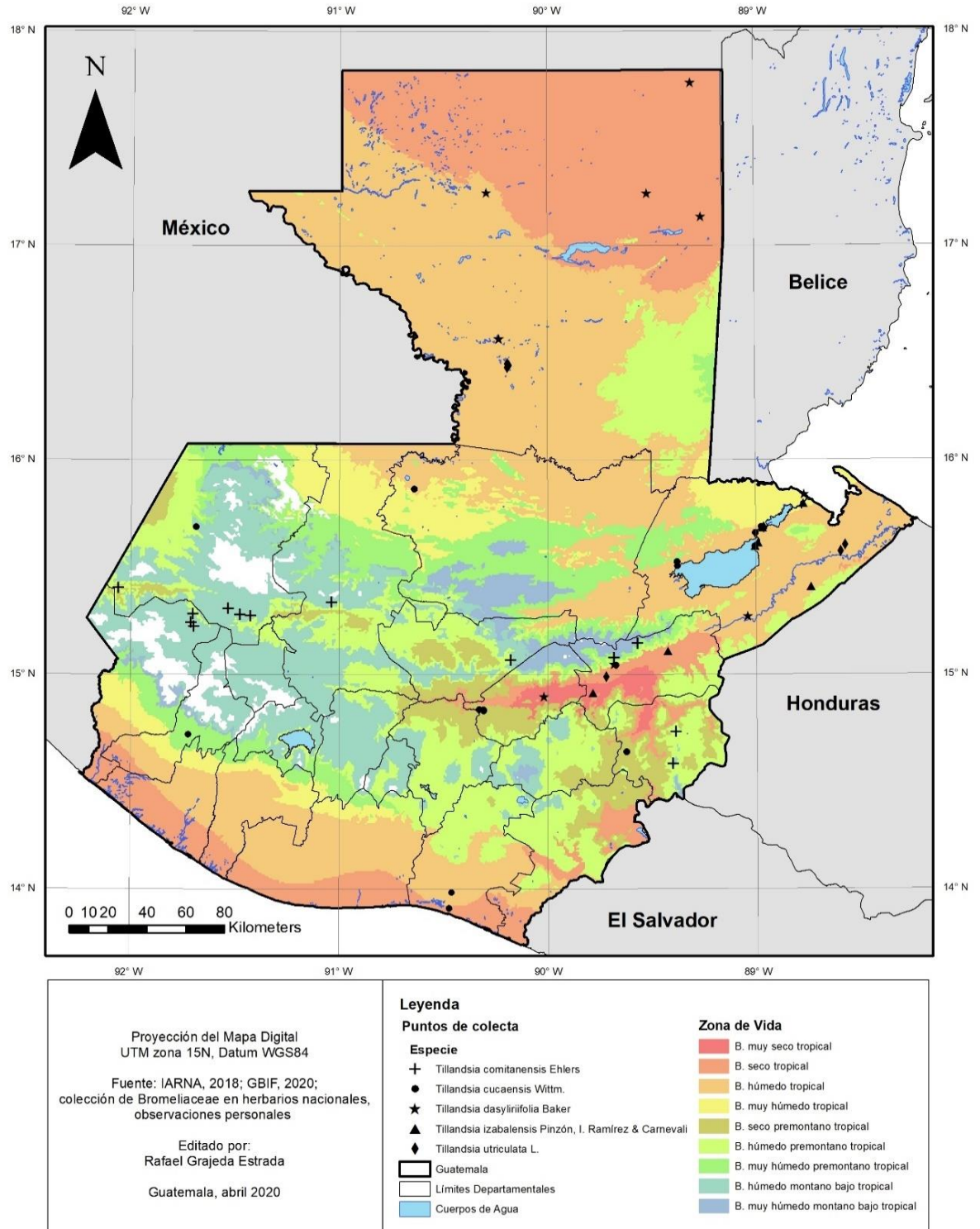


Figura 29. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. comitanensis*, *T. cucaensis*, *T. dasyliriifolia*, *T. izabalensis* y *T. utriculata*.

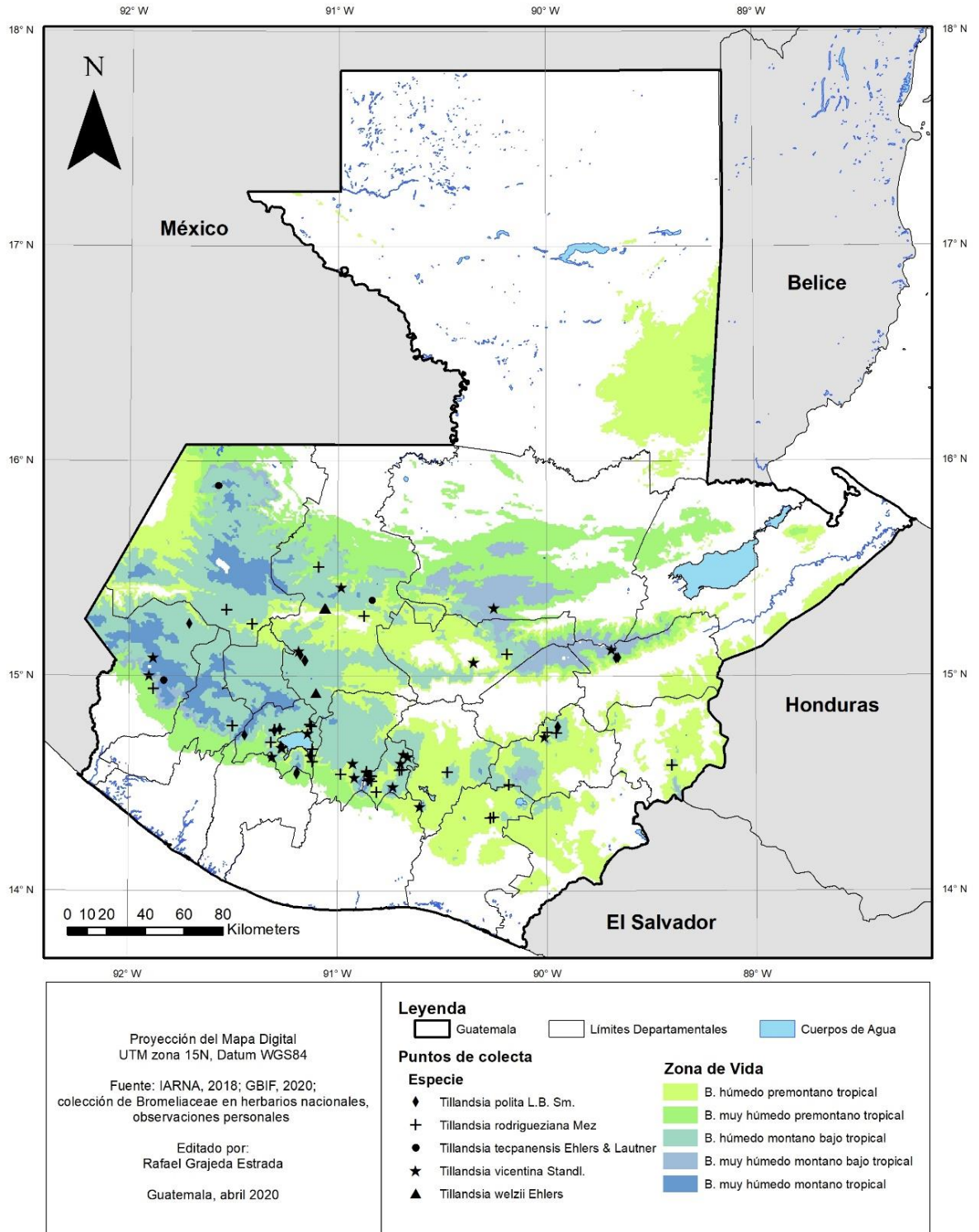


Figura 30. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. polita*, *T. rodrigueziana*, *T. tecpanensis*, *T. vicentina* y *T. welzii*.

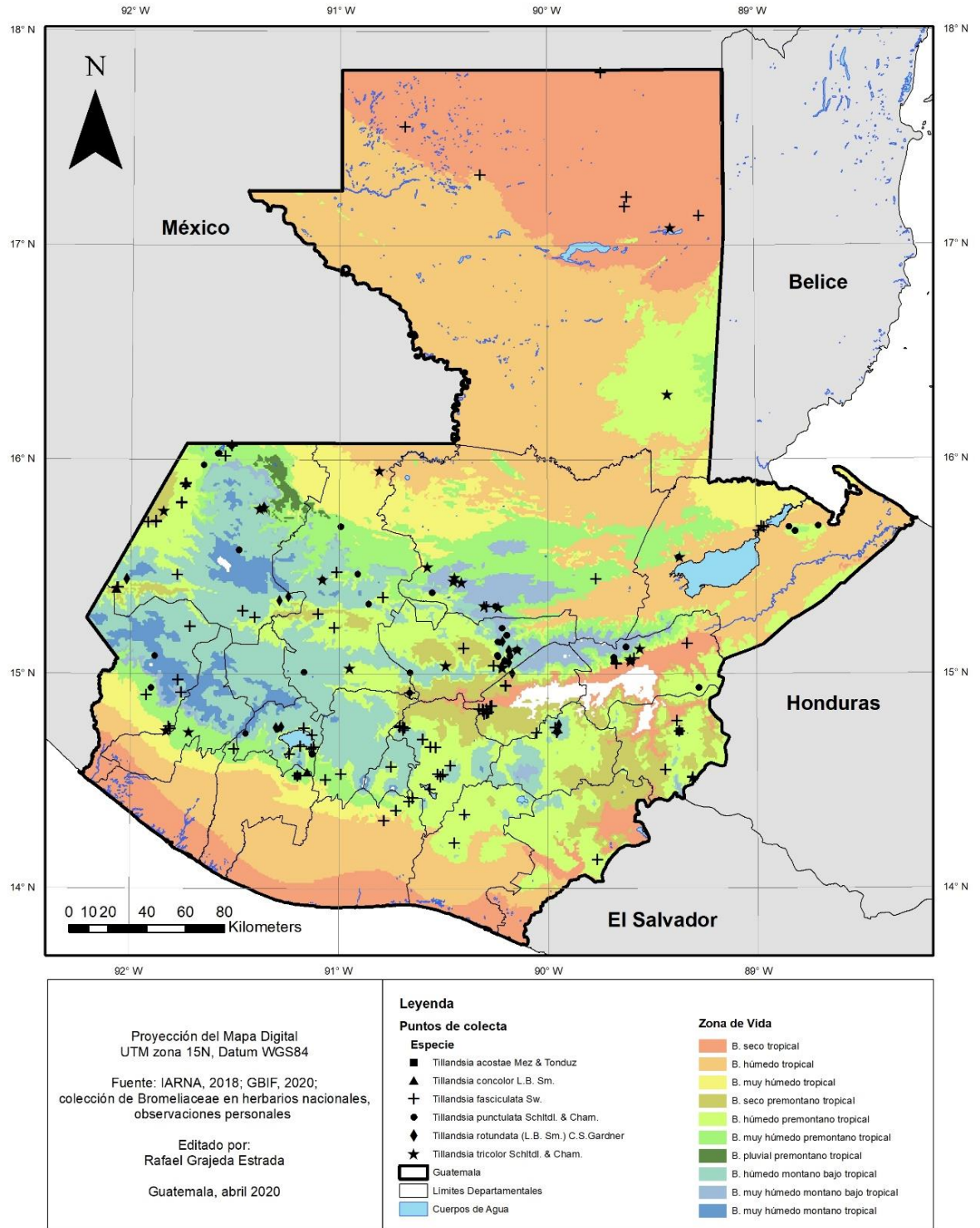


Figura 31. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. acostae*, *T. concolor*, *T. fasciculata*, *T. punctulata*, *T. rotundata* y *T. tricolor*.

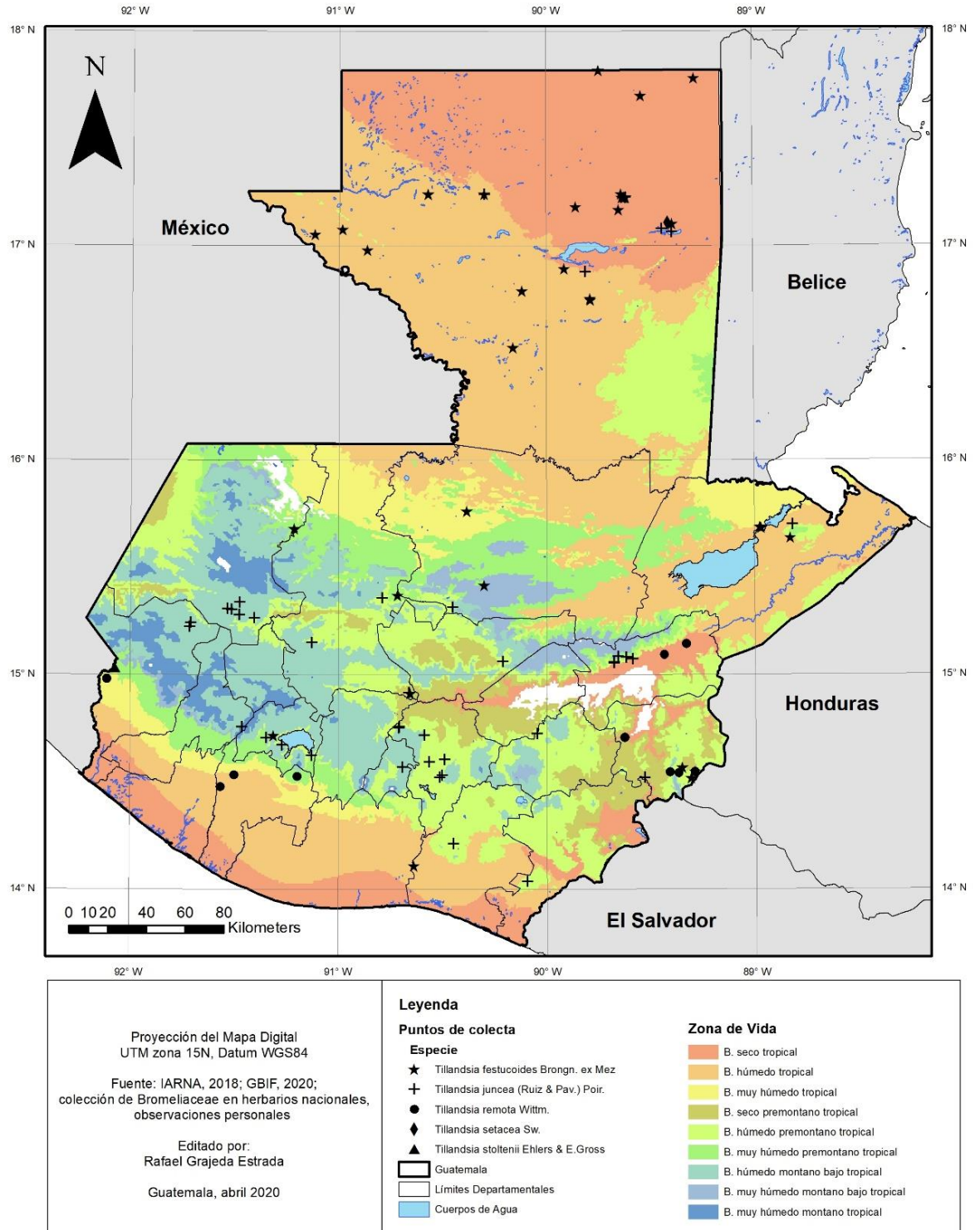


Figura 32. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. festucoides*, *T. juncea*, *T. remota*, *T. setacea* y *T. stoltenii*.

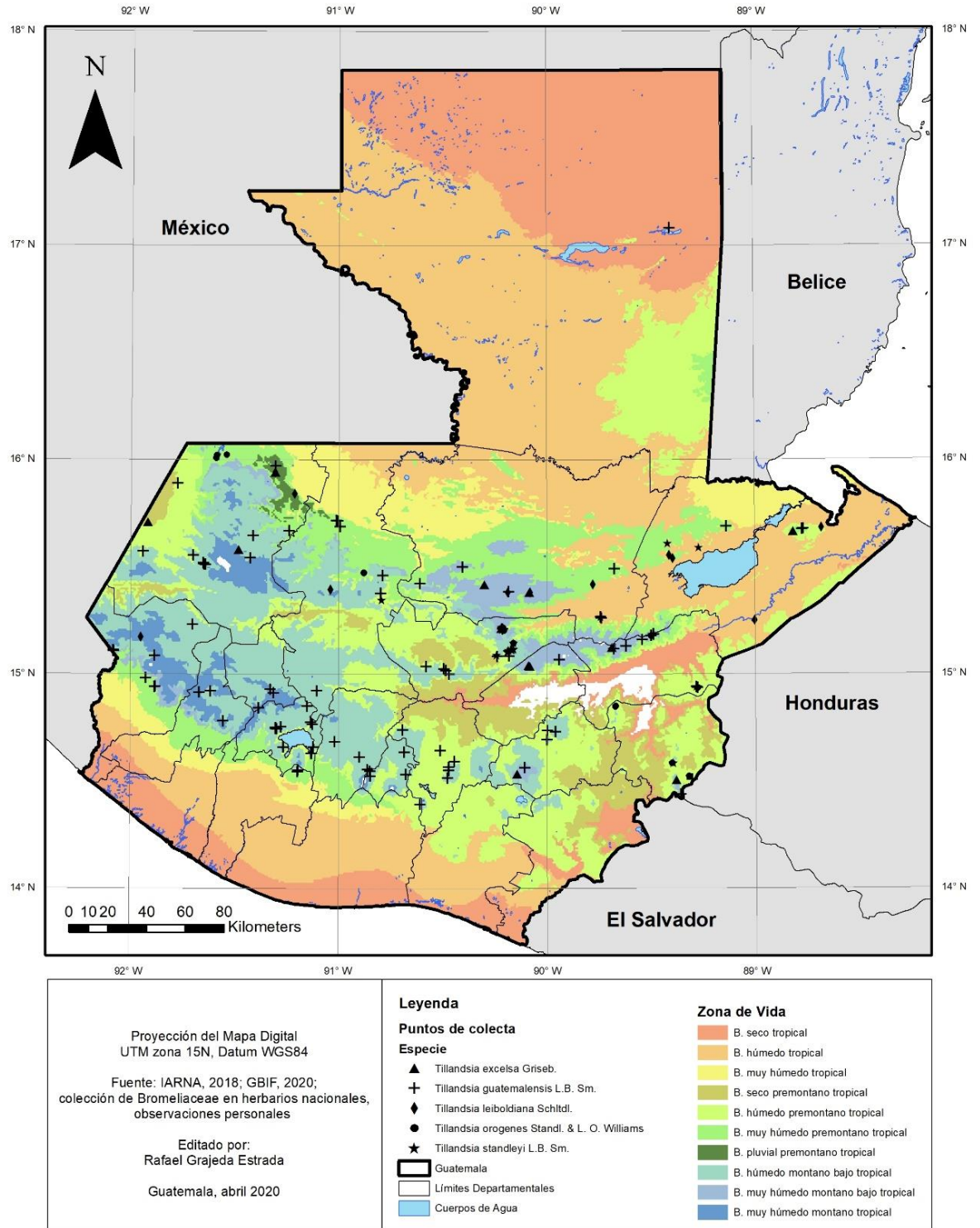


Figura 33. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. excelsa*, *T. guatemalensis*, *T. leiboldiana*, *T. orogenes* y *T. standleyi*.

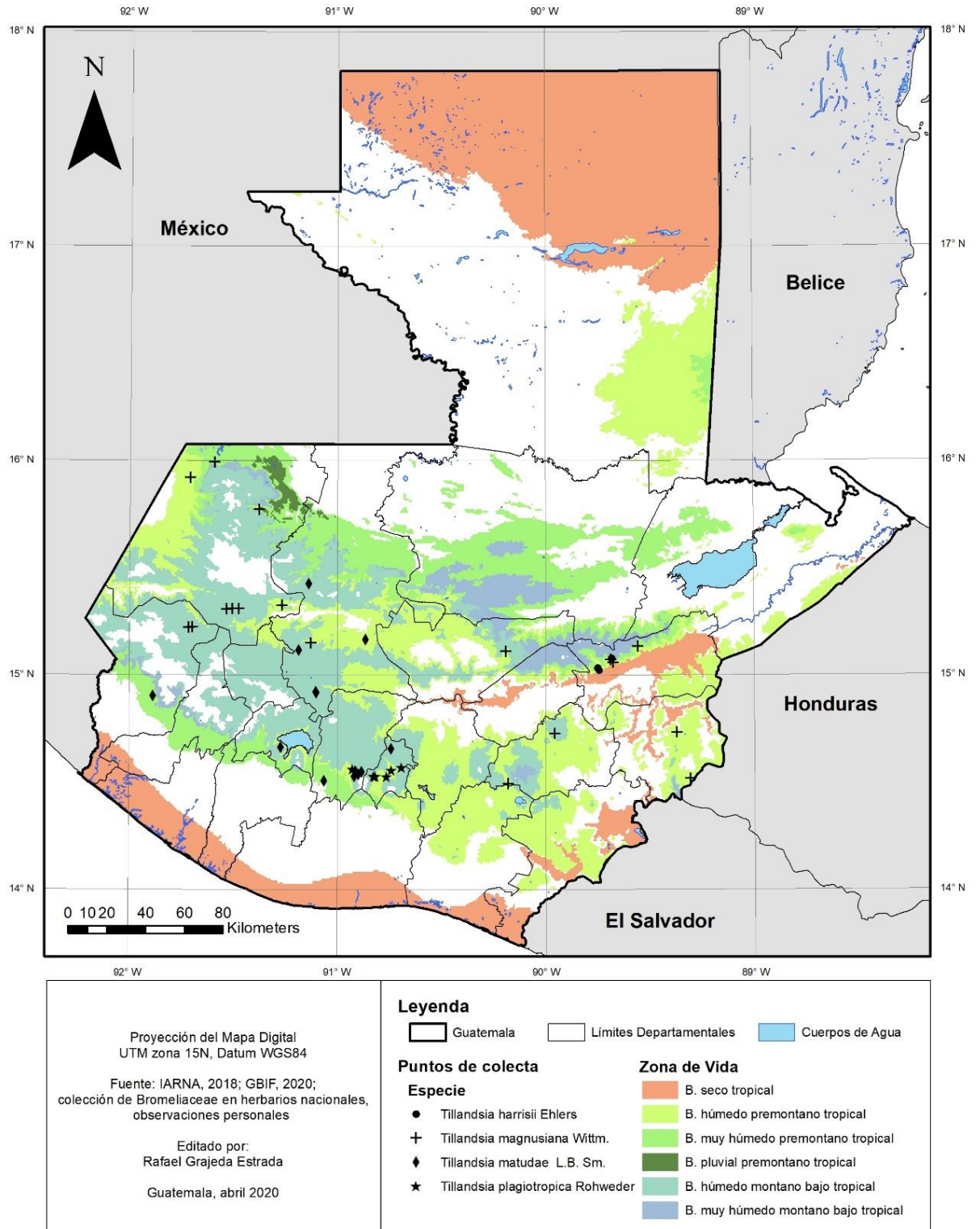


Figura 34. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. harrisii*, *T. magnusiana*, *T. matudae* y *T. plagiotropica*.

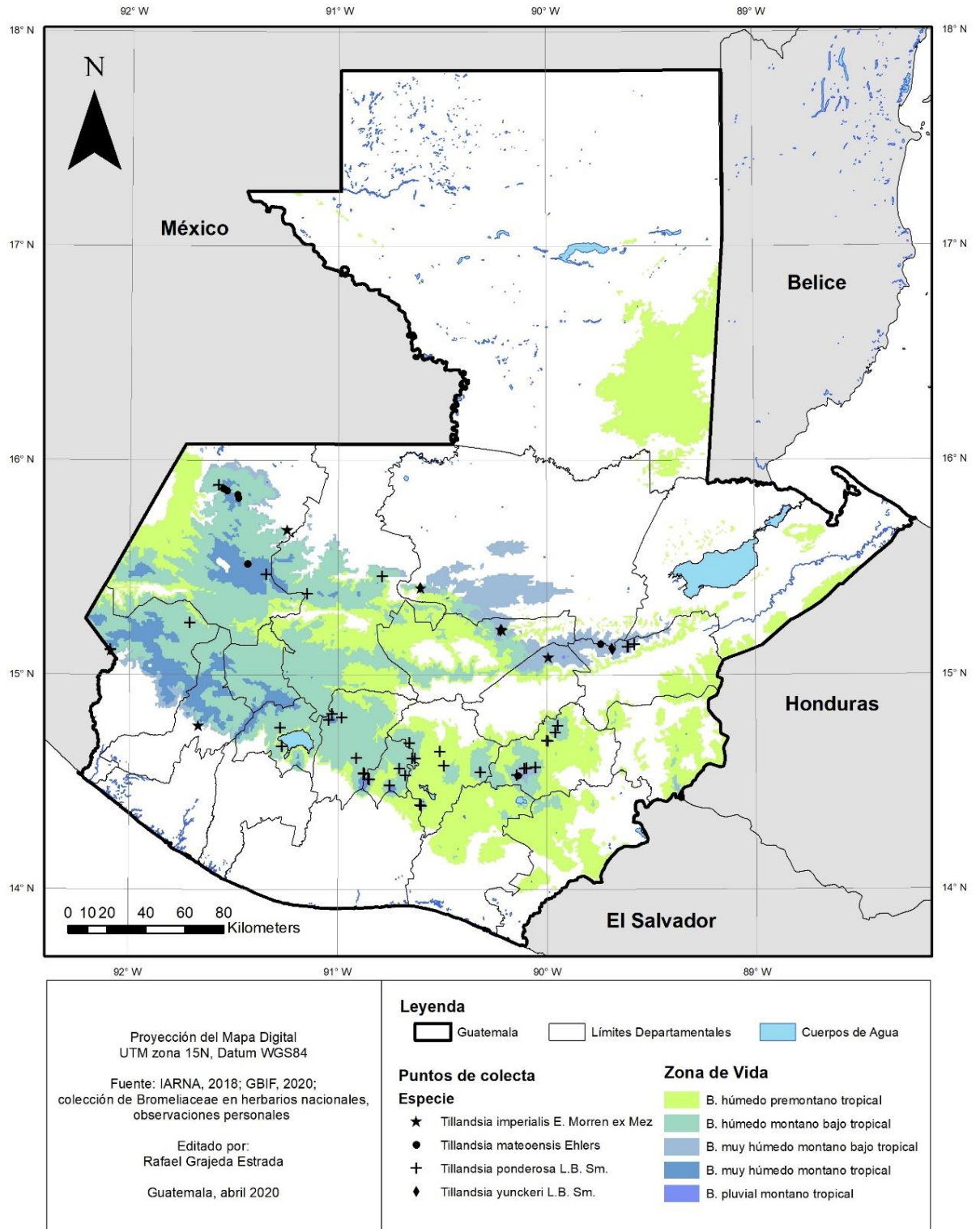


Figura 35. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. imperialis*, *T. mateoensis*, *T. ponderosa* y *T. yunckeri*.

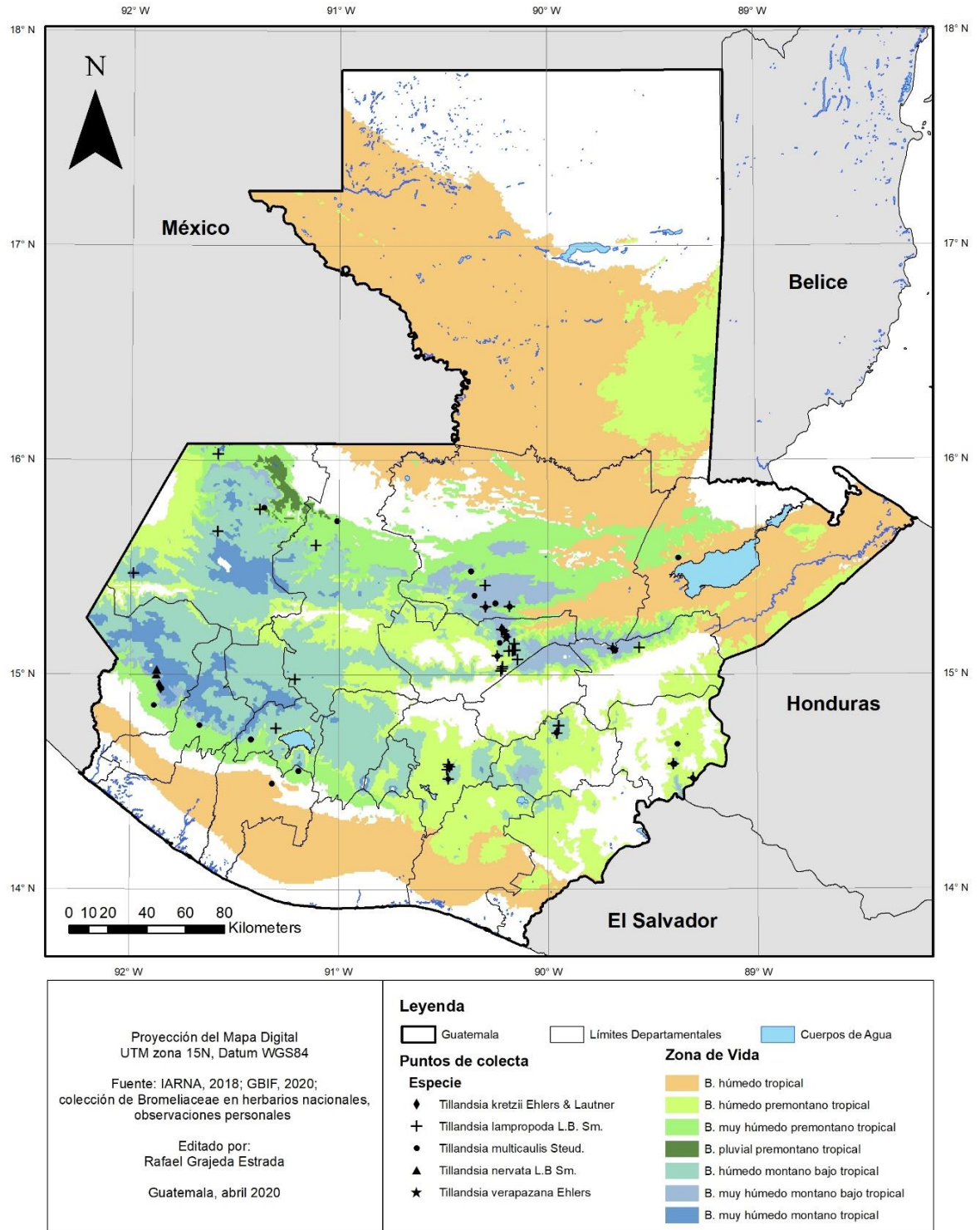


Figura 36. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. kretzii*, *T. lampropoda*, *T. multicaulis*, *T. nervata* y *T. verapazana*.

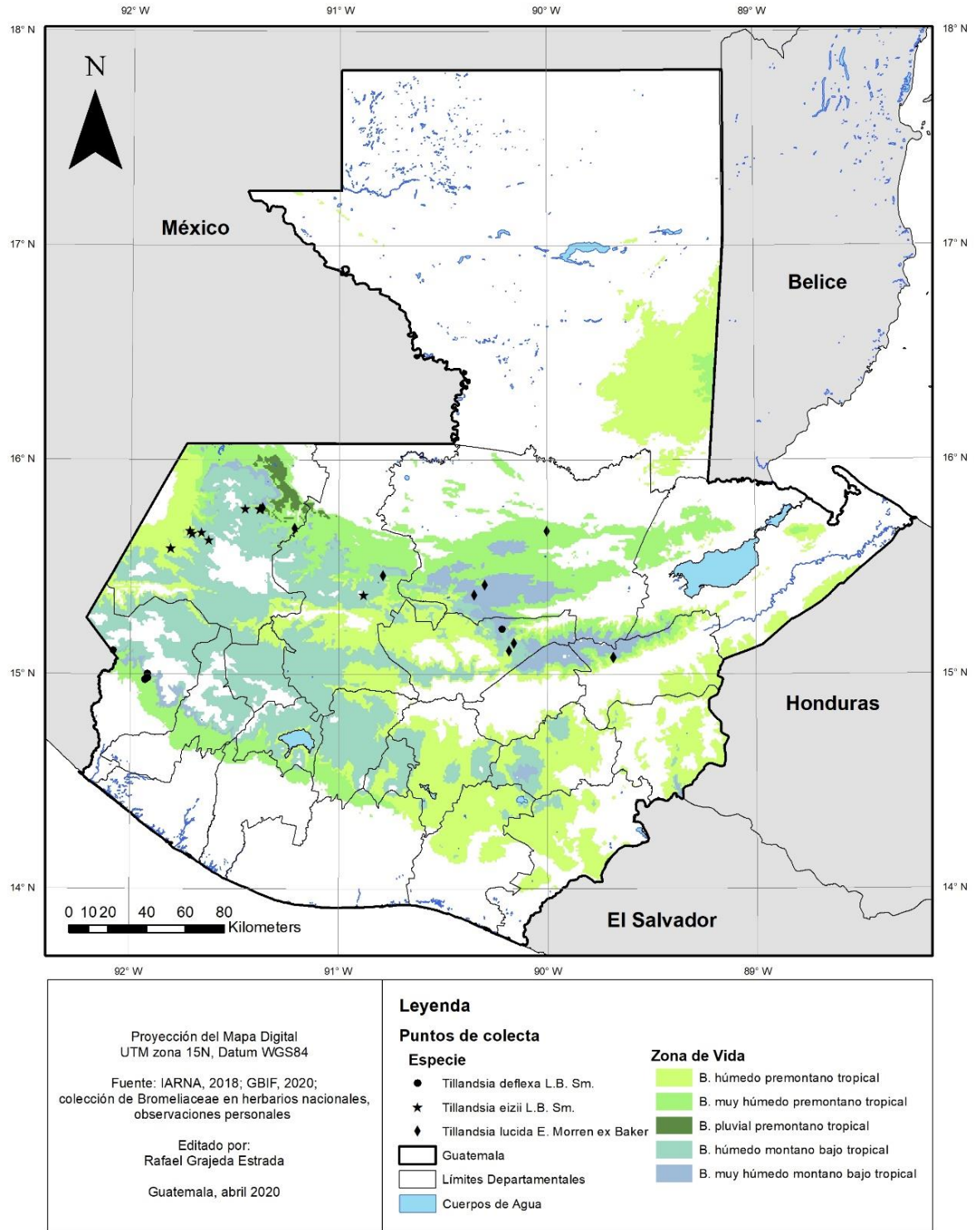


Figura 37. Mapa de distribución del género *Tillandsia* con *T. deflexa*, *T. eizii* y *T. lucida*.

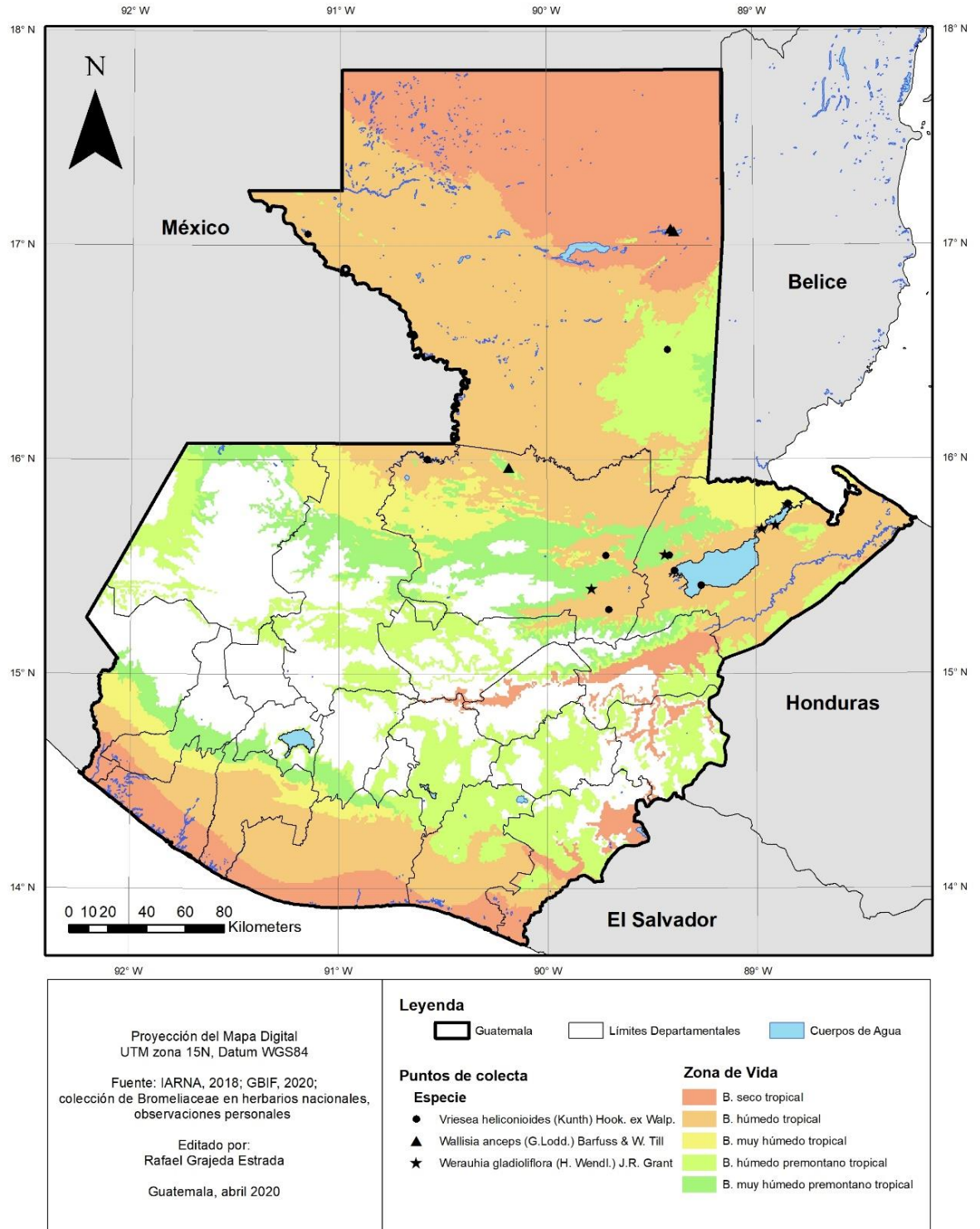


Figura 38. Mapa de distribución de las especies *Vriesea heliconioides*, *Wallisia anceps* y *Werauhia gladioliflora*.

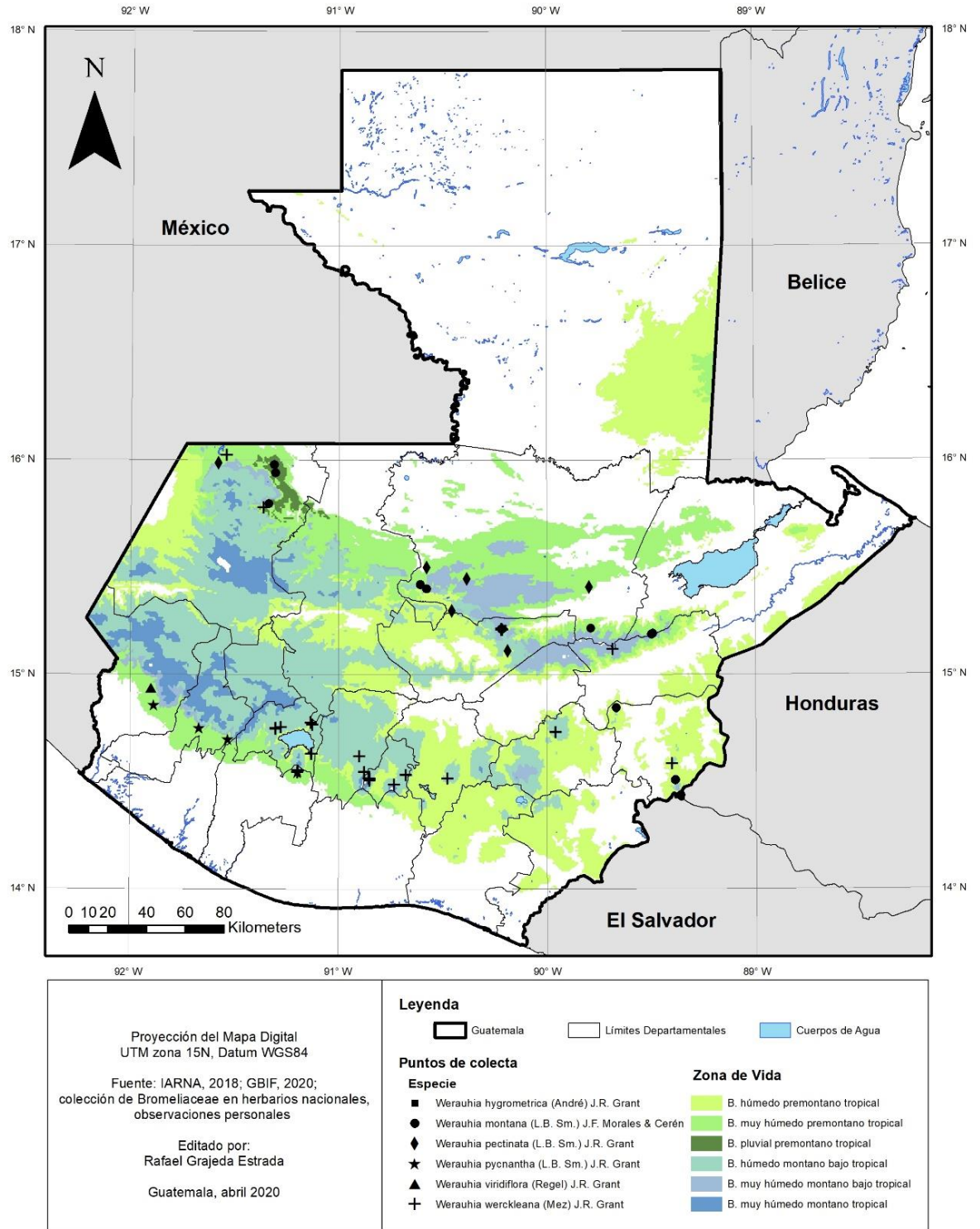


Figura 39. Mapa de distribución del género *Werauhia* con *W. hygrometrica*, *W. montana*, *W. pectinata*, *W. pycnantha*, *W. viridiflora* y *W. werckleana*.

D. Especies de Bromeliaceae presentes en Guatemala con similitudes morfológicas

A continuación, se presentan 10 figuras con las especies que son morfológicamente similares, como las especies que forman pseudobulbos (ej. *T. butzii*, *T. pruinosa*, *T. seleriana*, etc.), hojas filiformes (*T. argentea*, *T. fuchsii*, *T. filifolia*), con hojas triangulares o liguladas e inflorescencia capitada (ej. *T. lautneri*, *T. trigalensis*, *T. capitata*, etc.); y una figura con un posible híbrido.

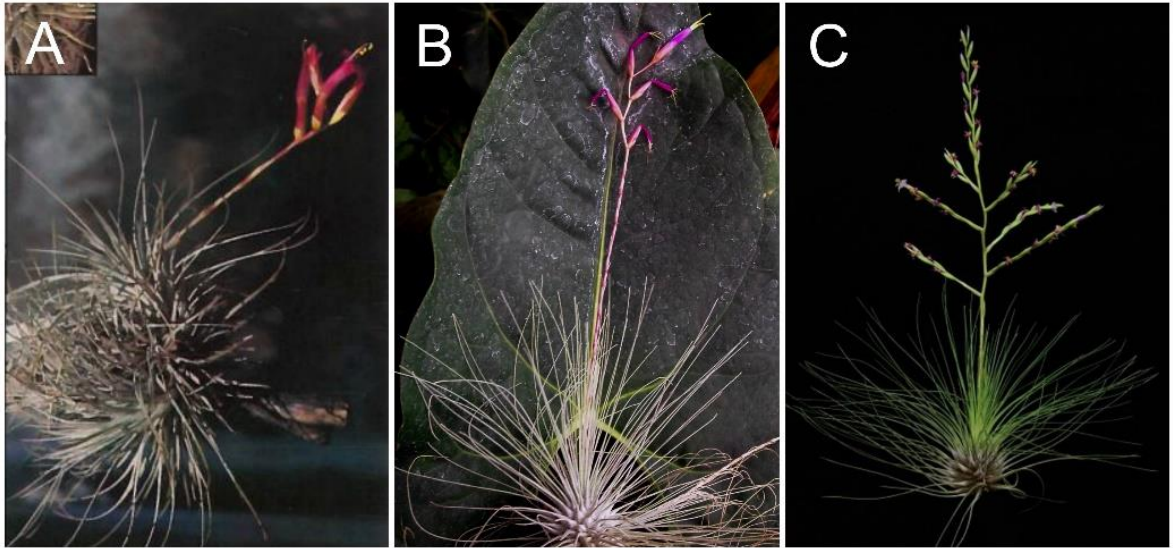


Figura 40. Fotografías de: A. *Tillandsia argentea* (Willinger 1992), B. *T. fuchsii* (Dix 2017) y C. *T. filifolia* (Ecoterrazas, 2020).

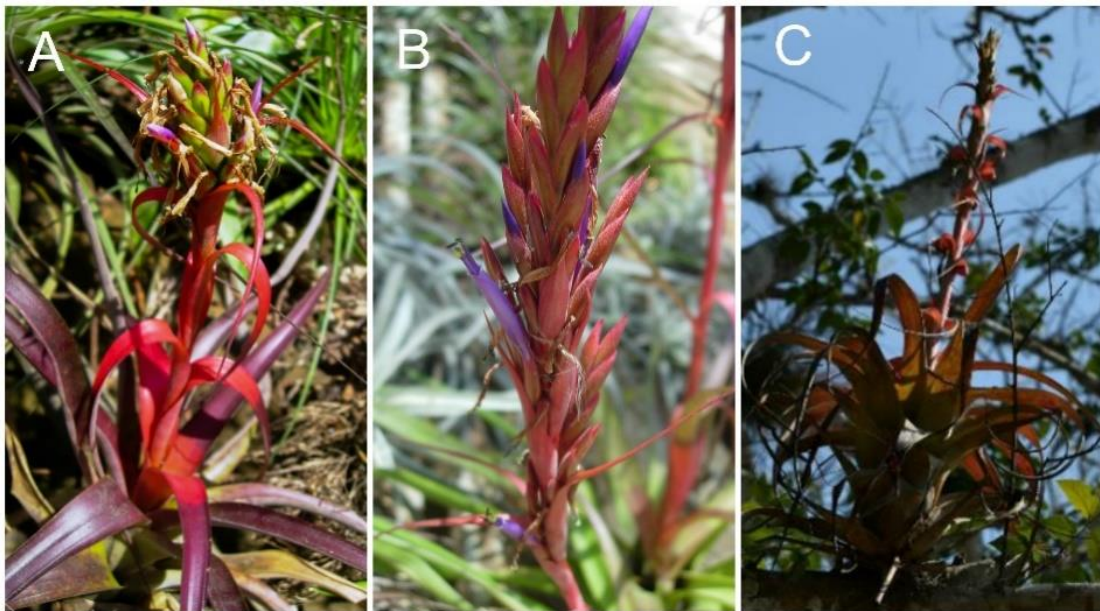


Figura 41. Fotografías de: A. *Tillandsia polystachia*, B. *T. balbisiana* (Dix 2017) y C. *T. belloensis* (Ramírez Marcial 2019).

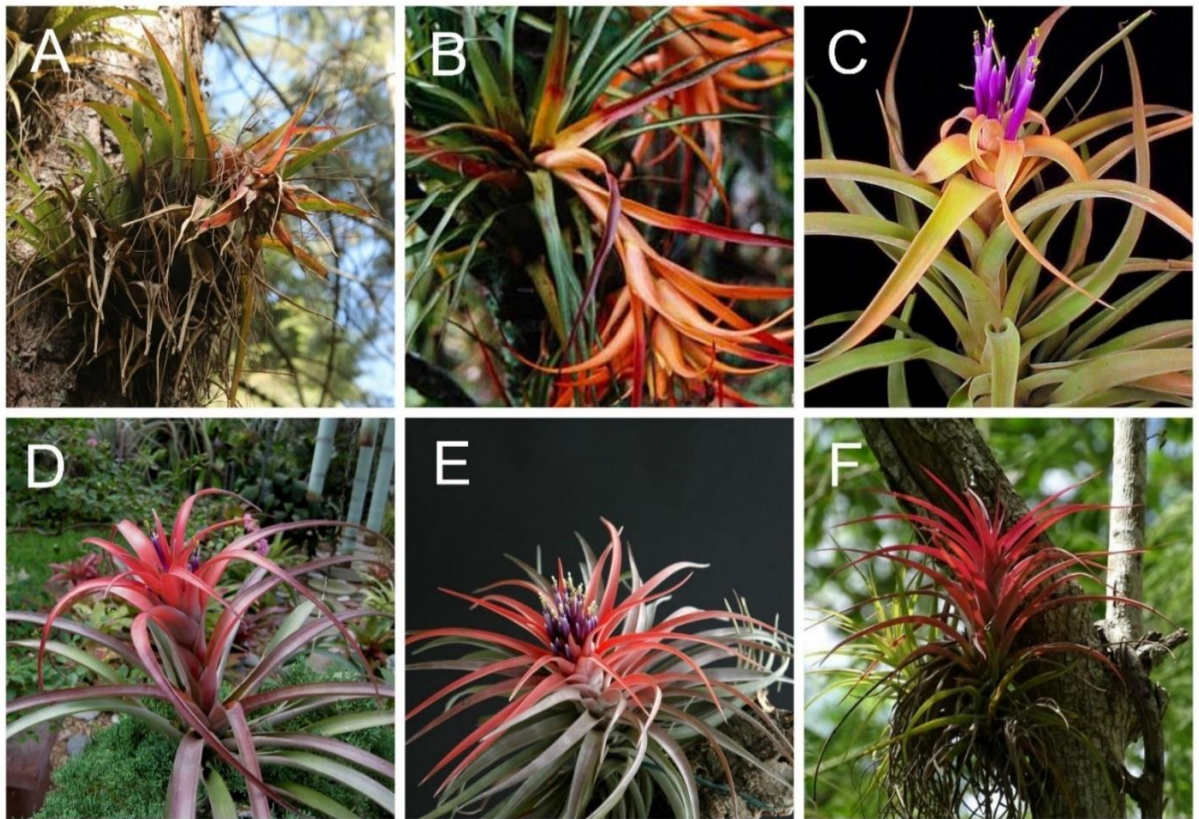


Figura 42. Fotografías de: A. *Tillandsia lautneri* (Grajeda Estrada 2018), B. *T. trigalensis* (Riemis 2000), C. *T. rihondoensis* (Tropiflora 2019), D. *T. capitata* (Spiver s.f.), E. *T. velutina* (Alex 2006) y F. *T. brachycaulos* (De La Puente 2019).

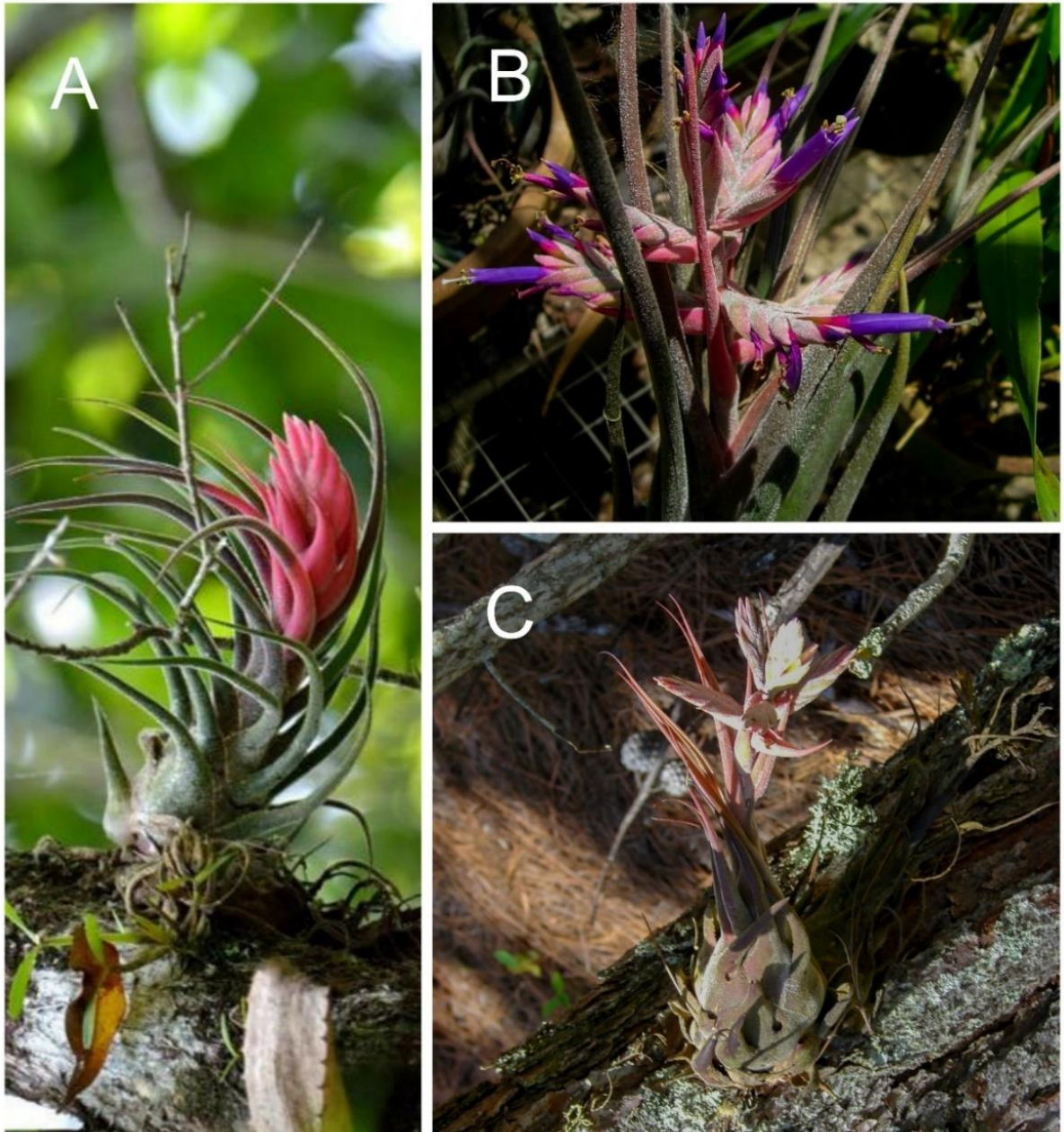


Figura 43. Fotografías de: A. *Tillandsia pruinosa* (Izquierdo 2018), B.-C. *T. seleriana* (Dix 2017, Maldonado 2018).

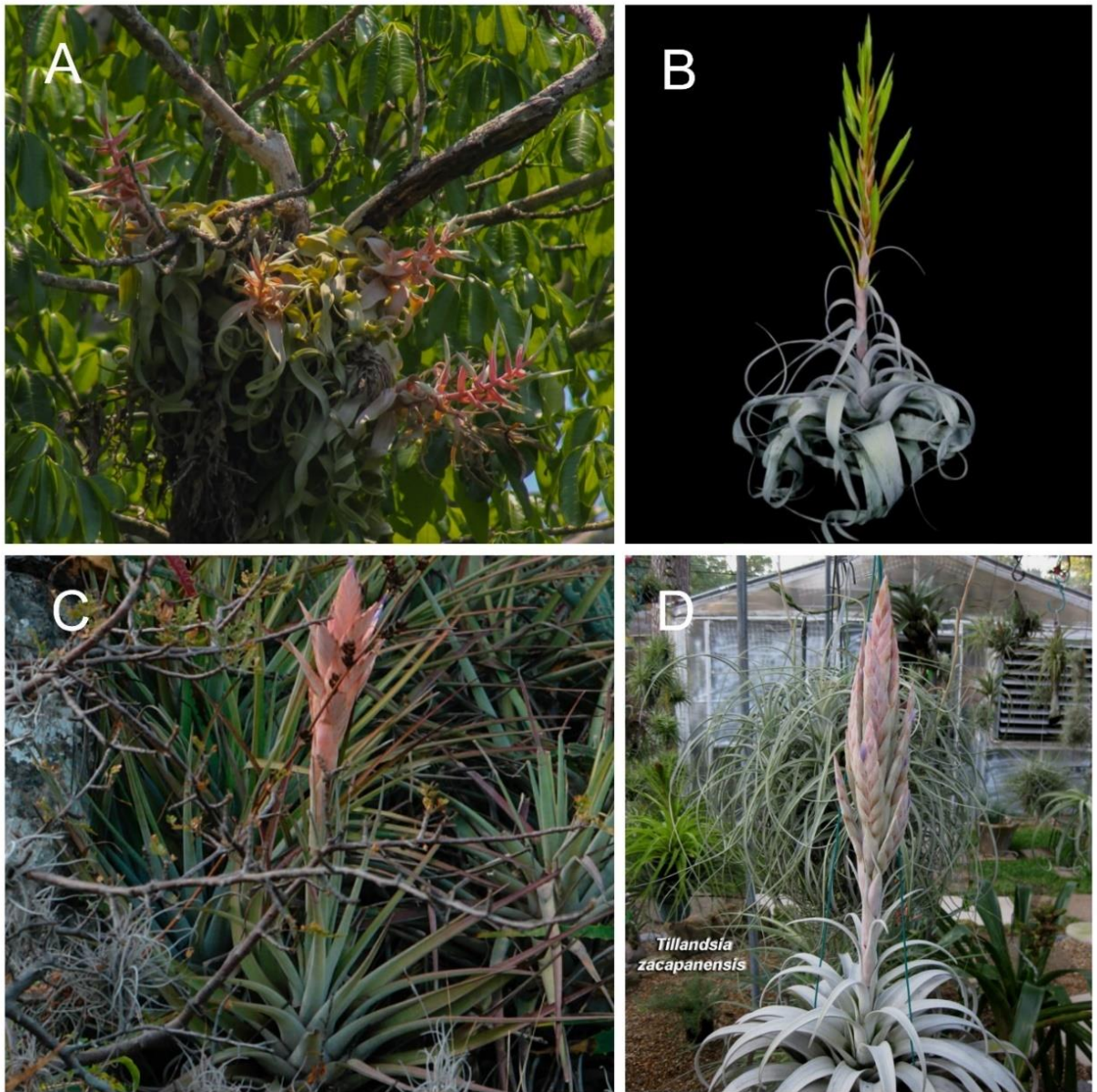


Figura 44. Fotografías de: A. *Tillandsia streptophylla* (Grajeda Estrada 2019), B. *T. xerographica* (Tropiflora 2019), C. *T. carrilloi* (Véliz s.f.) y D. *T. zacapanensis* (Spivey s.f.).

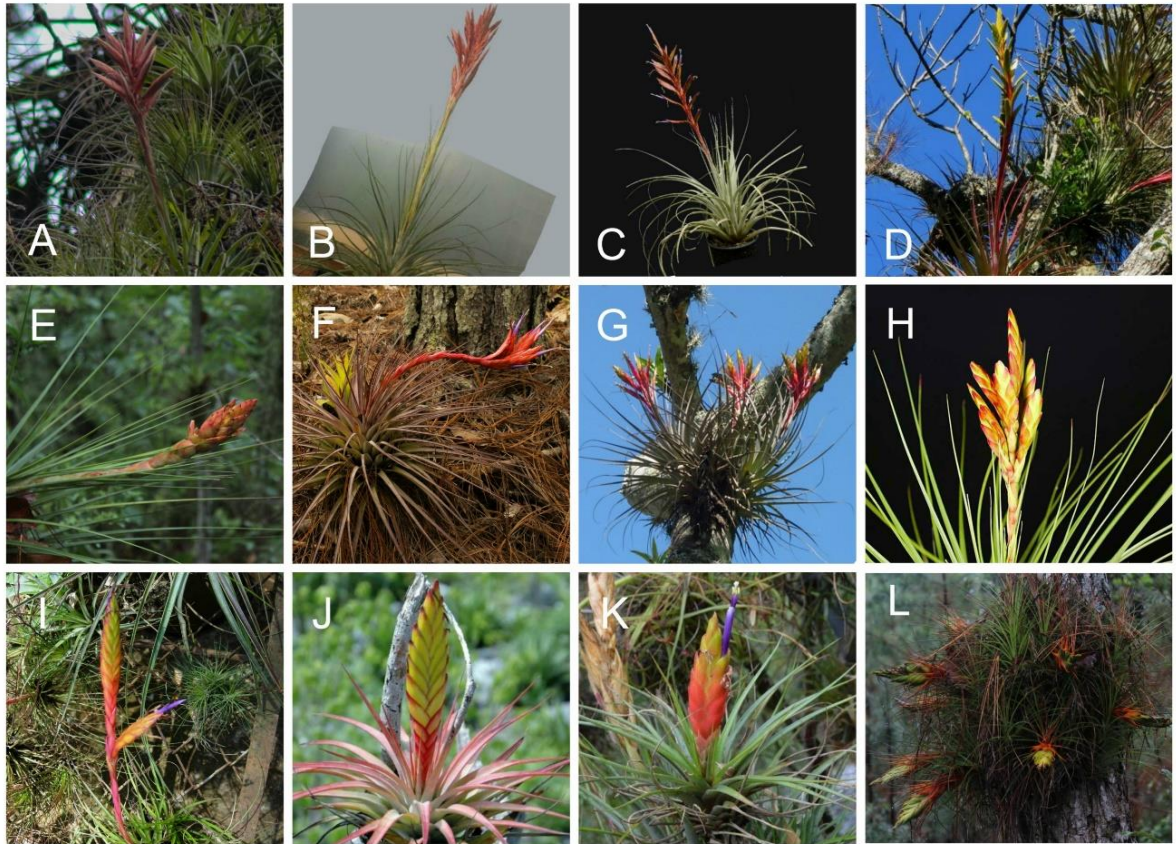


Figura 45. Fotografías de: A. *Tillandsia vicentina* (Grajeda Estrada 2020), B. *T. tecpanensis* (Larson 2013), C. *T. welzii* (Tristam 2017), D. *T. rodrigueziana* (Siekkinen 2014), E. *T. rotundata* (Grajeda Estrada 2019), F.-G. *T. fasciculata* (Grajeda Estrada 2018, Dix 2016), H. *T. polita* (Cathcart 2000), I. *T. tricolor* (Dix 2017), J. *T. concolor* (Ramos 2006), K. *T. acostae* (Bower 2018) y L. *T. punctulata* (Grajeda Estrada 2019).

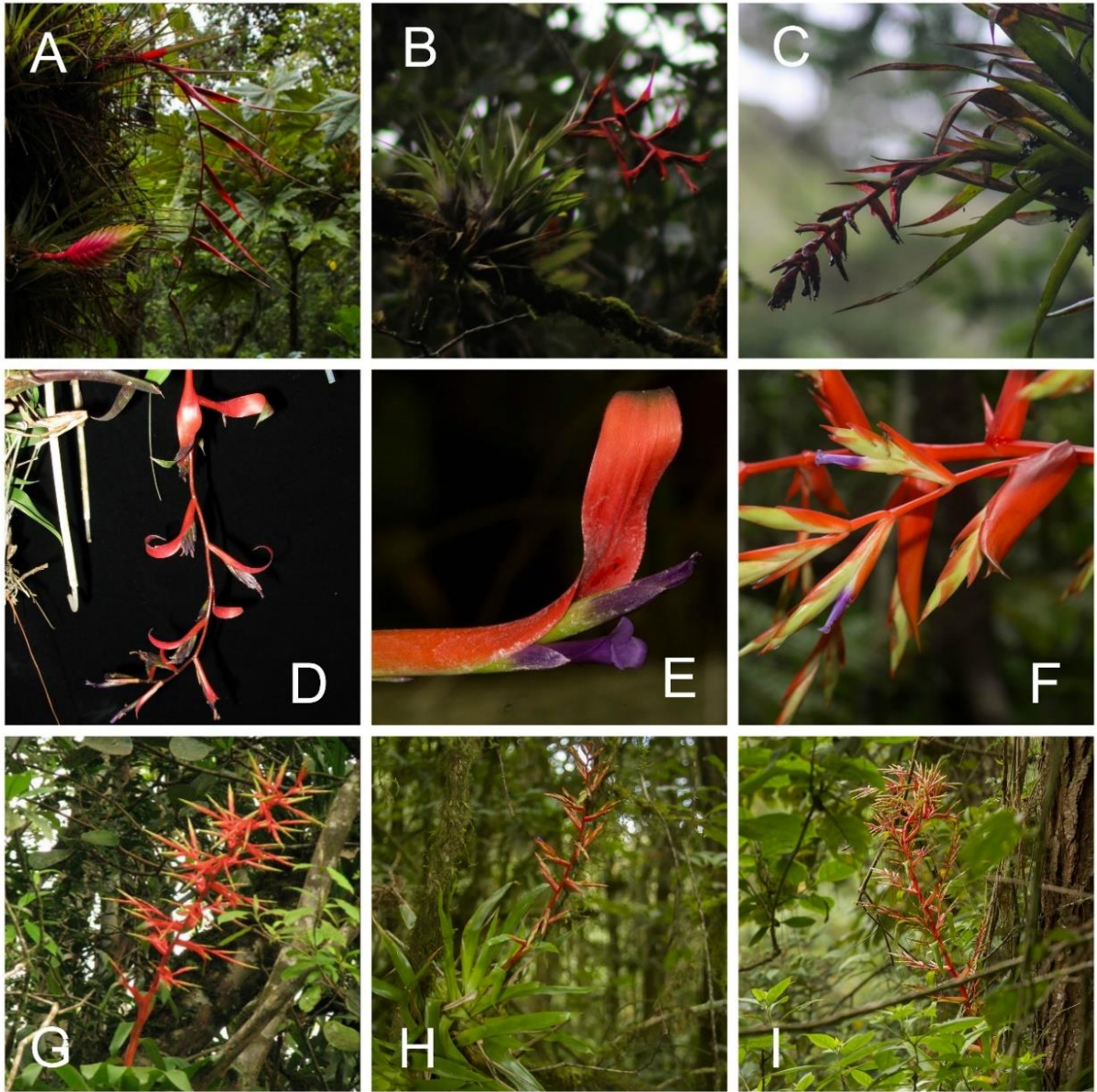


Figura 46. Fotografías de: A. *Tillandsia standleyi*, B. *T. orogenes* (Grajeda Estrada 2019), C.-E. *T. leiboldiana* (Grajeda Estrada 2019, Dix 2017, Paredes 2017), F-G. *T. excelsa* (Paredes 2017, Merman 2007) y H.-I. *T. guatemalensis* (Mussap 2016).

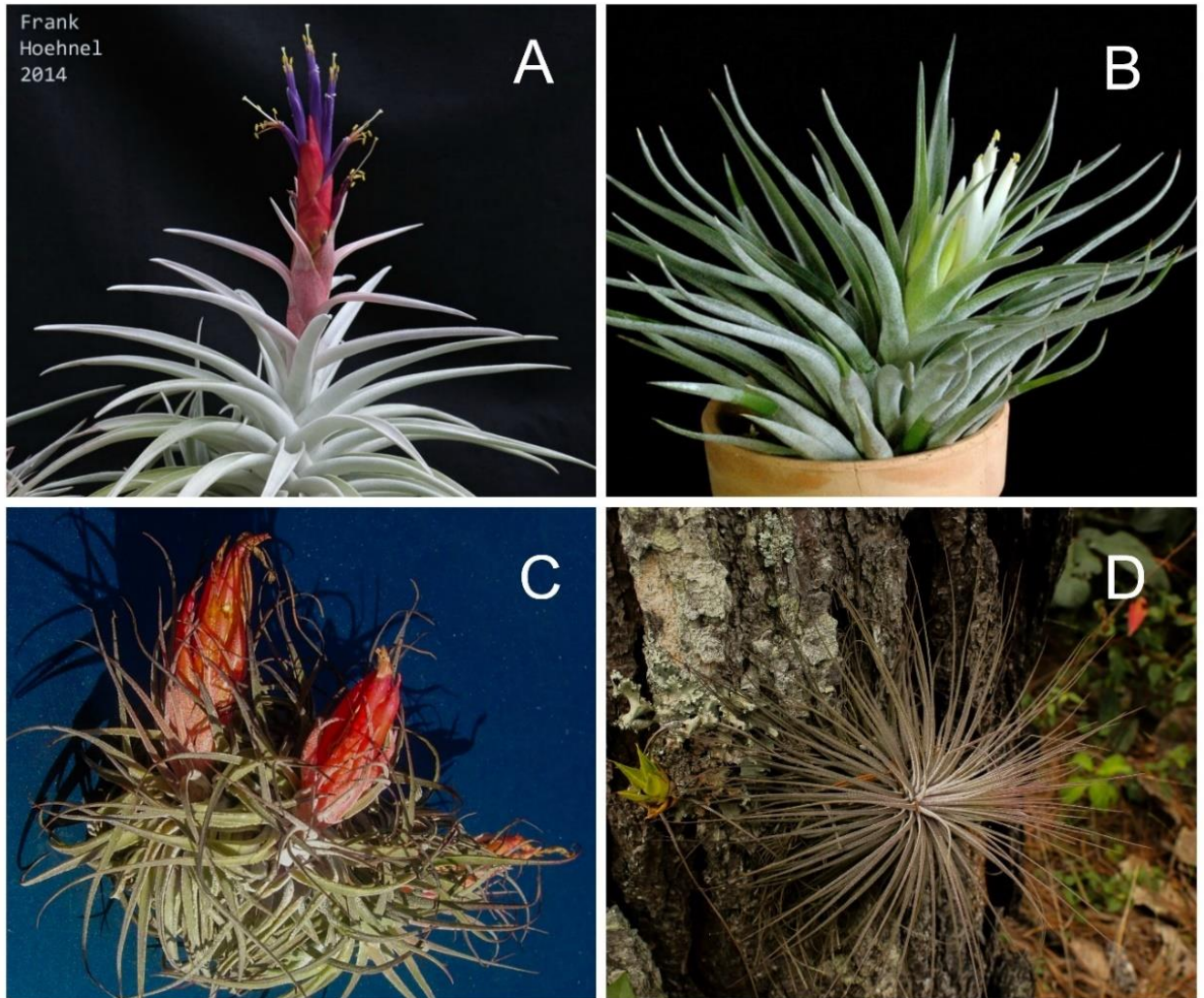


Figura 47. Fotografías de: A. *Tillandsia harrisii* (Hoehne 2014), B. *T. plagiotropica* (Wood 2008), C. *T. matudae* (Dix 2016) y D. *T. magnusiana* (Grajeda Estrada 2018).



Figura 48. Fotografías de: A.-B. *Tillandsia imperialis*, C.-D. *T. yunckeri* y E. *T. ponderosa* (Grajeda Estrada 2018, 2019); fotografía A. por Marcelo Serrano (2018).

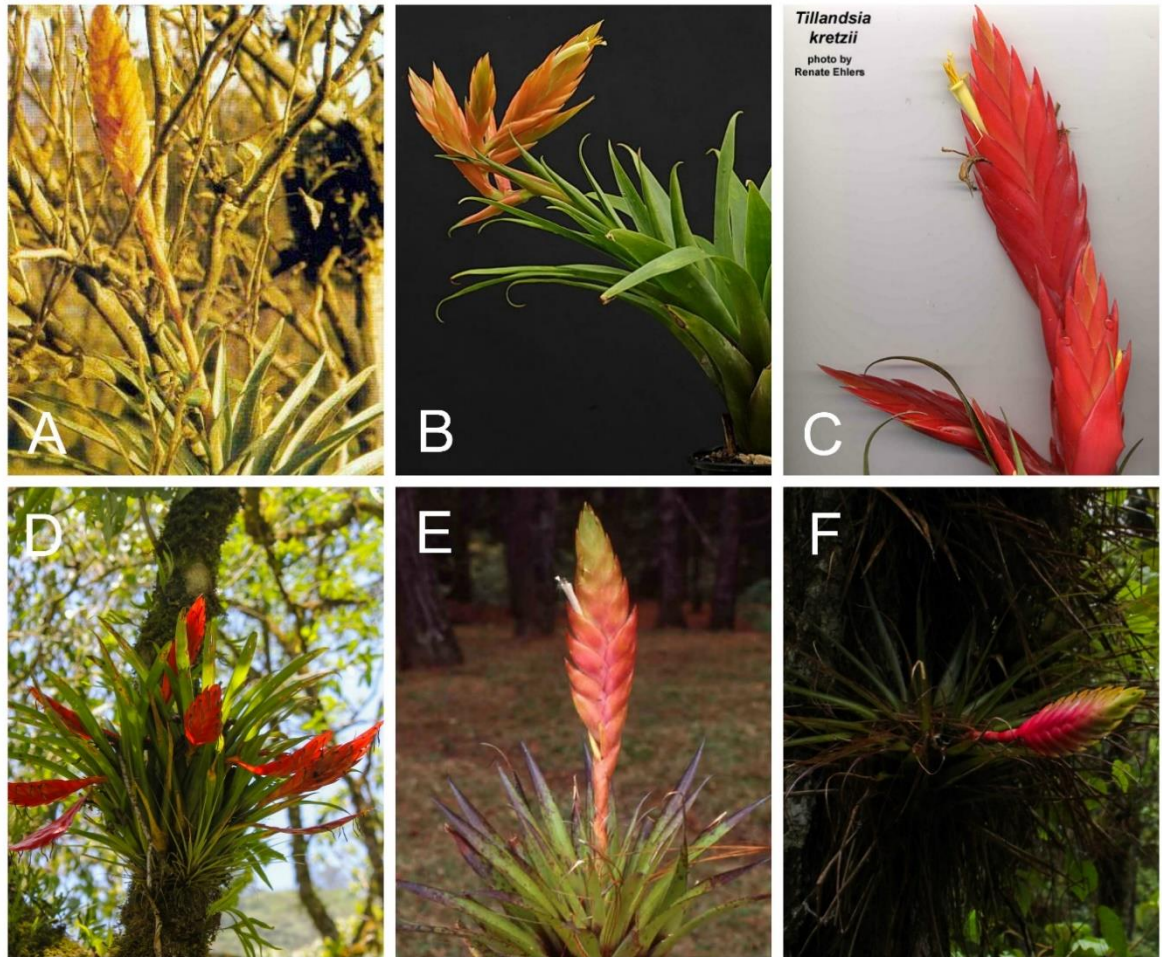


Figura 49. Fotografías de: A. *Tillandsia nervata* (Rutschmann 1994), B.-C. *T. kretzii* (Tristram 2012, Ehlers 2005), D. *T. multicaulis* (Grajeda Estrada 2019), E. *T. verapazana* (Ehlers 2005) y F. *T. lampropoda* (Grajeda Estrada 2019).

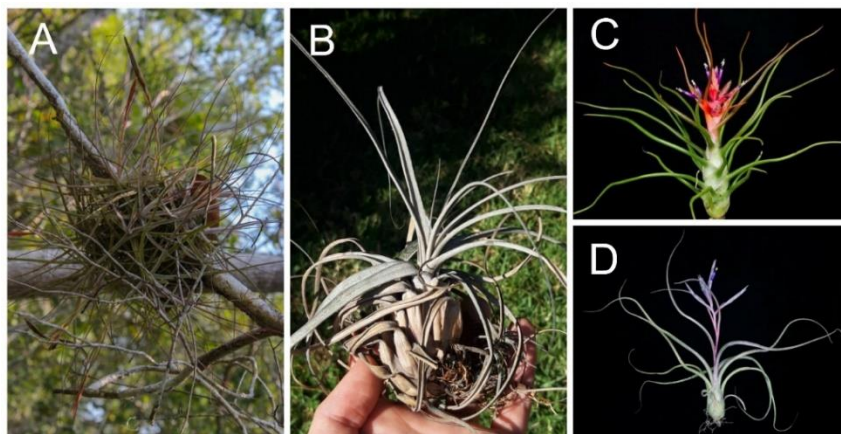


Figura 50. Fotografías de una posible hibridación entre dos especies del género *Tillandsia*, A) *T. schiedeana*, B) *T. x schiedeana* (Grajeda Estrada 2020), C) *T. bulbosa* y D) *T. pseudobaileyi* (Tropiflora 2019).

E. Correlación de los géneros de Bromeliaceae presentes en Guatemala a variables climáticas y altitudinales

A continuación, se puede observar los resultados para cada género, obtenidos a partir del modelaje de distribución con variables climáticas y altitudinales en el software Maxent.

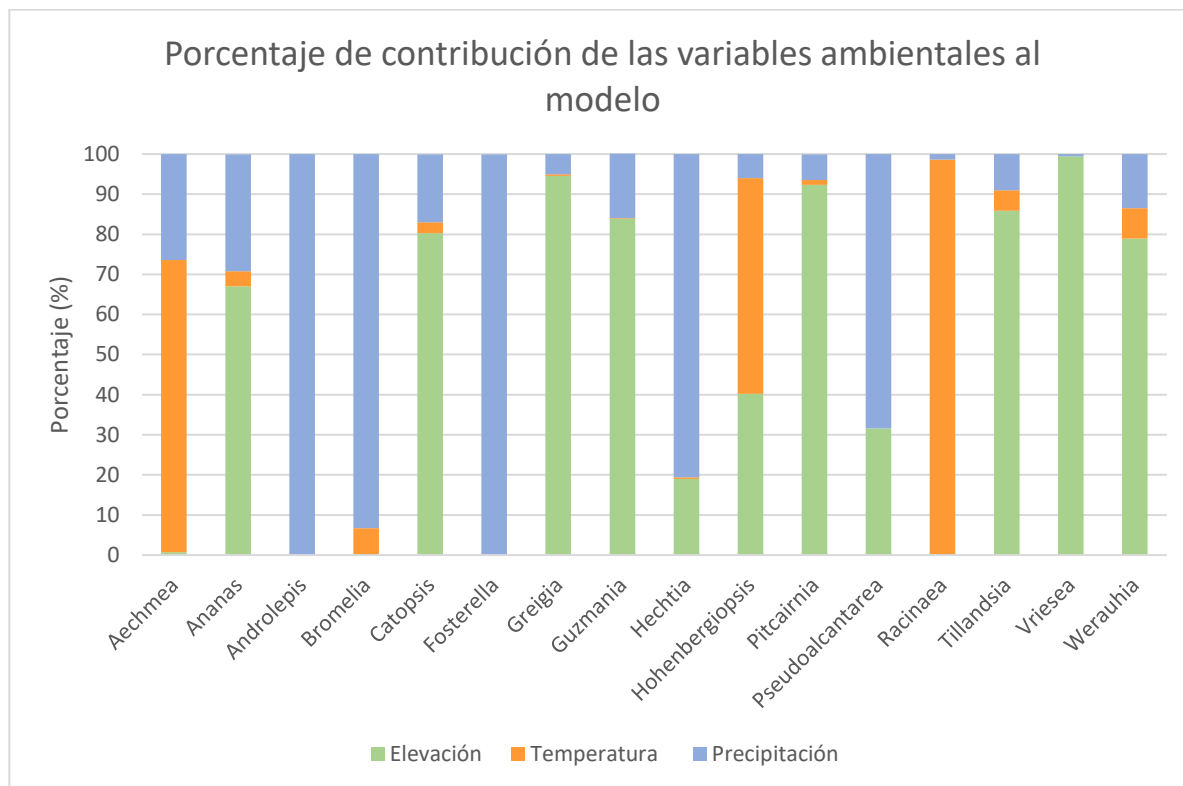


Figura 51. Géneros de bromelias en Guatemala y el porcentaje de contribución de cada variable ambiental al modelo de distribución.

En la Figura 51, se encuentran 16 de los 20 géneros de Bromeliaceae presentes en Guatemala y como cada variable ambiental contribuye al modelo de su distribución en el país. Los géneros *Billbergia*, *Hepetis*, *Lemeltonia* y *Wallisia* no se tomaron en cuenta por la escasez de registros, por lo que no se pudo realizar el análisis. Mientras que los géneros *Androlepis* y *Vriesea* si tenían suficientes registros, pero no se pudo realizar el promedio de las cinco repeticiones y solo se tomó en cuenta una repetición. Los datos de cantidad de registros por género y los porcentajes de cada variable ambiental están en el Anexo 5.

Se puede observar que la elevación es una variable importante para la distribución de los géneros *Ananas* (67%), *Catopsis* (80.3%), *Greigia* (94.6%), *Guzmania* (83.9%), *Pitcairnia* (92.3%), *Tillandsia* (85.9%), *Vriesea* (99.4%) y *Werauhia* (78.9%). La temperatura media anual es importante para *Aechmea* (72.9%), *Hohenbergiopsis* (53.8%) y *Racinaea* (98.6 %). Mientras que la precipitación anual es importante para *Androlepis* (100%), *Billbergia* (40%), *Bromelia* (93.3%), *Fosterella* (99.9%), *Hechtia* (80.6%) y *Pseudalcantarea* (68.4%). Por lo tanto, la elevación es importante para ocho géneros, la temperatura para tres y la precipitación para seis. En los Anexos

6 al 22, se encuentran por cada género los mapas de distribución potencial, la gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y las gráficas con la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las tres variables. En estas gráficas, se puede observar el comportamiento de cada género respecto a cada variable, si su riqueza aumenta o disminuye con respecto al cambio en la elevación, temperatura o precipitación.

VII. DISCUSIÓN

A. Listado de las especies y riqueza de bromelias (Bromeliaceae) presentes en Guatemala

Con la revisión de literatura y la recopilación de datos en los herbarios nacionales e internacionales, se documentaron 154 especies de la familia Bromeliaceae en Guatemala. Esta riqueza, descrita en los Cuadro 2 y 3, está distribuida en 20 géneros y 4 subfamilias. Desde el primer listado que se elaboró con “Flora of Guatemala” que incluye 123 especies en 14 géneros (Smith 1958), se han realizado cambios taxonómicos, reportes nuevos para Guatemala y descripciones de nuevas especies. Los listados publicados más recientes como el “check-list” de Bromeliaceae elaborado por Dix y Dix y la guía de *Tillandsia* de Véliz no incluyen las especies nuevas descritas después de los años 2006 y 2010 respectivamente, por ejemplo, *Tillandsia tecpanensis* Ehlers & Lautner que fue descrita en el año 2011. Además, ambos listados mencionan especies con posible distribución en el país por lo que para este listado no se tomarán en cuenta ya que no hay registros confirmados que evidencien su distribución en Guatemala. Estas especies son *Hechtia rosea*, *H. schotii*, *Aechmea pubescens*, *A. matudae*, *Greigia rohwederi*, *G. van-hyningii*, *Pitcairnia breedlovei*, *Tillandsia bartramii*, *T. carlsoniae*, *T. chiapensis*, *T. concolor*, *T. copanensis*, *T. juerg-rutschmanii*, *T. salmonea*, *T. socialis* y *Vriesea malzinei* var. *disticha*. Por otra parte, los listados de Tropicos.org y el “World Checklist of Selected Plant Families” (WCSP), que toman en cuenta registros de los herbarios que alimentan esas bases de datos, no incluyen especies reportadas en la literatura o colectadas en herbarios nacionales que si se incluyen en este listado porque si hay evidencia de su distribución en el país. Por ejemplo, el listado de Trópicos no tiene los registros de *T. eizii* o en el WCSP indican que *Bromelia alsodes* H.St. John se distribuye desde México a Centroamérica, pero no hay registros de esta especie en Guatemala.

A continuación, se detallan las comparaciones que tienen estos listados con el que se elaboró para esta investigación. Al momento de realizar los listados anteriores, las herramientas para realizar estudios filogenéticos moleculares no estaban tan desarrolladas. Para este listado se toman en cuenta los estudios recientes que tienen estos cambios que actualizan los siguientes taxones de *Tillandsia* a los nuevos géneros *Lemeltonia*, *Pseudalcantarea*, *Racinaea* y *Wallisia* (Barfuss *et al.* 2016); mientras que en el caso de *Pitcairnia longibracteata* que solo se conoce a partir del espécimen tipo se queda con el primer nombre que tuvo (*Hepetis longibracteata*). De esta manera se añaden cinco géneros con siete especies que ya estaban reportadas para el país desde la elaboración de “Flora of Guatemala” (Barfuss *et al.* 2016, Smith 1958). No ha cambiado la cantidad ni las especies en los géneros *Aechmea*, *Ananas*, *Androlepis*, *Billbergia*, *Bromelia*, *Fosterella*, *Greigia*, *Hechtia*, *Hohenbergiopsis*, *Vriesea* y *Werauhia* (Cuadro 5). Mientras que los siguientes géneros son los que más cambios han tenido en riqueza y taxonomía.

Catopsis es un género que ha tenido mucho cambios taxonómicos desde la elaboración de Flora de Guatemala; una de las principales razones es que este género tiene especies monoicas, dioicas o trioicas, lo que dificultaba su clasificación al separar a especímenes masculinos y femeninos que pertenecían a la misma especie (Palací 1997). Con una riqueza de 20 especies en la flora nacional,

al momento de elaborar la flora Mesoamericana se redujeron a 14 especies (Utley 1994) y 15 en el “checklist” por Dix y Dix (2006), en este último no se incluyeron *C. floribunda*, *C. oerstediana* y *C. pedicellata* posiblemente porque Tropicos.org las reporta como sinónimos de *C. nutans*, *C. hahnii* y *C. micrantha* respectivamente. Guatemala tiene 17 de las 21 especies de *Catopsis* aceptadas por el WCSP y este representa un 11.0% de la riqueza del país, siendo el segundo género más grande (Cuadro 2 y 5).

En el género *Pitcairnia* los cambios han sido en nuevas combinaciones que se incluían como especies diferentes en Flora de Guatemala. Las especies *P. hemsleyana* y *P. ochroleuca* se combinaron con *P. imbricata* y se determinó que *P. macrochlamys* es un sinónimo de *P. recurvata* (Utley 1994). Luego, está *P. punicea* que dependiendo del autor utilizan este nombre o su sinónimo *Pepinia punicea* (Scheidw.) Andrews, pero es el primer nombre el aceptado por el WCSP (2019), por lo que es el que se incluye en este trabajo. En el “checklist” por Dix y Dix (2006) se incluye la especie mexicana *P. breedlovei*, como una especie con distribución potencial en Guatemala. Por último, está *P. wilburiana* como una adición que no estaba en la flora nacional de 1958 porque se describió en el año 1978. Este género tiene una riqueza del 9.7% de todas las especies presentes en el país, por lo que es el tercer grupo más grande (ver Cuadro 5).

En cambio, en el género *Vriesea* exceptuando *V. heliconioides*, se cambiaron siete especies al género *Werauhia* por la revisión taxonómica de las especies en *Vriesea* (Grant 1995). Se añaden dos especies al género *Werauhia* además de las especies propuestas por Smith en 1958. Para este listado se incluye *W. vittata* ya que se encuentra desde Belice hasta Ecuador según Flora Mesoamericana y el WCSP; sin embargo, no se han reportado registros de esta especie en las regiones de Petén o Izabal que están aledañas a Belice (Utley 1994, WCSP 2019). También se incluye *W. hygrometrica*, según Flora Mesoamérica y el WCSP no hay registros observados en el país, pero este se encuentra dentro de su área de ocurrencia y en los herbarios nacionales hay colectas en las Verapaces.

Por último, *Tillandsia* es el género que ha tenido más cambios taxonómicos, sinonimias y especies nuevas desde el listado elaborado por Smith para la Flora de Guatemala (1958). En este listado se incluyen *T. flexuosa*, *T. deppeana*, *T. didistichoides* y *T. gymnobotrya* que según la información de Trópicos y el WSCP, Guatemala se encuentra dentro de su área de ocurrencia, pero no hay registros en el país. Para la elaboración de la Flora Mesoamericana (Utley 1994), la riqueza aumentó de 53 a 71 especies de bromelias y se corrigieron la nomenclatura de algunas especies. Estos cambios se tomaron en cuenta para los listados elaborados por Dix y Dix (2006) y Véliz (2010), pero no se incluyeron las especies nuevas descritas después de estos documentos. Los documentos de la Flora Mesoamericana, el “checklist” de Bromeliaceae y la guía de *Tillandsia* tienen alrededor de 70 especies, pero el listado elaborado para esta investigación tiene 80 ya que se agregaron 13 especies nuevas o de revisiones taxonómicas que se documentaron a partir del año 2010. Este grupo tiene mayor diversidad y especies endémicas en los bosques mesófilos como Guatemala, pero se puede encontrar desde elevaciones bajas hasta pisos altitudinales montanos (Dix y Dix 2006).

B. Grado de amenaza y endemismo

De las 154 especies reportadas para el país, se han evaluado únicamente 26 especies que representan menos de un cuarto de la riqueza total, a pesar de que en la LEA del CONAP se incluyen a todas las especies en los géneros *Tillandsia*, *Catopsis* y *Vriesea* (ver Cuadro 3). Esto evidencia un déficit en la evaluación del grado de amenaza de más de la mitad de todas las especies de Bromeliaceae en Guatemala.

Sin embargo, las poblaciones de bromelias en el país siguen tolerando las amenazas antrópicas como a la extracción ilegal, la reducción de hábitat, eliminación de hospederos ideales y el cambio climático. Por ejemplo, pesar de que todas las especies de *Tillandsia* están protegidas en la categoría 3, se siguen comercializando especímenes que son extraídos de su hábitat para la época navideña y muchas de estas como *T. guatemalensis* y *T. ponderosa* florecen en ese momento (Dix y Dix 2006) (Figura 5). De la misma manera, el mercado de exportación y los cultivares registrados en CONAP obtienen una porción de su pie de cría a partir de plantas silvestres y la mayor parte proviene de plantas madre que ya tienen establecidas dentro de sus viveros (Huertas *et al.* 2005, Schürmann *et al.* 2004). Se recomienda realizar estudios etnobiológicos sobre las especies utilizadas en estas ventas ya que se ha observado que estas dependen de la región. Por ejemplo, en el occidente se observan ventas en su mayoría de las dos especies mencionadas anteriormente y *T. usneoides*, mientras que en la carretera a Cobán hay ventas de *T. guatemalensis*, *T. lucida* y *T. lampropoda*; y en la capital se venden especies locales (*T. guatemalensis*, *T. usneoides*) y de otras áreas (*T. ponderosa*, *T. ionantha*, *T. multicaulis*, *T. brachycaulos*, *T. butzii*, etc.) y se desconoce los sitios de donde son extraídas. Además, se puede analizar si el precio o la cantidad de especímenes en venta están relacionados al tamaño de las poblaciones naturales que son extraídas ilegalmente (M.W. Dix, comunicación personal, noviembre 2019).

Luego, tenemos las causas ecológicas que amenazan a las bromelias. En Guatemala, 39 de las 154 especies reportadas tienen algún grado de endemismo (Ver Anexo 4). De éstas, 23 especies son endémicas regionales y 16 especies endémicas nacionales (Ver Figura 6). En el país, de las 39 especies con algún grado de endemismo, solamente nueve especies están protegidas por el CONAP, UICN, o CITES. Estas especies tienen una distribución geográfica reducida, tamaños poblacionales pequeños, y generalmente su nicho ecológico es muy restringido (Véliz *et al.* 2014). Algunas especies tienden a preferir algún forofito específico o climas xéricos de tierras bajas. Por lo que su inclusión dentro de los listados de protección debería ser promovida.

Todo esto demuestra que hay insuficiencia del material depositado en los herbarios y en los estudios relacionados a estimar el tamaño y la calidad de las poblaciones de Bromeliaceae, los nichos ecológicos que ocupan, si son especies indicadoras de ausencia o presencia de perturbación, fenología, biogeografía, forófitos, entre otros. La falta de información y la poca atención a disminuir sus amenazas pueden provocar la extinción de muchas especies de Bromeliaceae, especialmente los taxones endémicos. Por ejemplo, a pesar de que se conocen algunos cultivos ornamentales bajo el nombre de *Tillandsia nervata*, esta especie se conoce solamente en vida silvestre desde su descripción a partir del espécimen tipo colectado en el volcán Tajumulco en el año 1965 (Utley 1994). Por esto es importante realizar estudios sobre la ecología y el estatus de las poblaciones de bromelias, especialmente las especies endémicas o amenazadas que se encuentran en el país, para

poder determinar qué acciones tomar para su conservación y manejo. Se debe fomentar los registros fotográficos, y la colecta parcial de hojas e inflorescencias para evitar extraer un espécimen completo de vida silvestre. Ya que tienen roles ecológicos importantes, las amenazas mencionadas afectan a la mayoría de las especies de la familia, y algunas pueden llegar a la madurez reproductiva después de 10 años de crecimiento vegetativo (Dix y Dix 2006).

C. Distribución de las especies de bromelias (Bromeliaceae) presentes en Guatemala

1. Registros de la familia Bromeliaceae en Guatemala

En los cuatro herbarios nacionales visitados y con la información obtenida a partir de bases de datos en línea, se obtuvieron 3732 registros en total de la familia Bromeliaceae en Guatemala (Cuadro 6). Más de la mitad de estos registros corresponden a herbarios nacionales, a pesar de que los herbarios AGUAT, BIGU y USCG fueron creados después de los años setenta; mientras que el herbario USCG que se formó en 1922 y el herbario AGUAT que tiene registros históricos colectados por Carl Mez a inicios del siglo XX. De esta manera, los herbarios nacionales son una fuente de información importante para conocer la flora guatemalteca en general. Las colecciones internacionales y nacionales proveen datos de un momento y lugar en específico, por lo que sus observaciones pueden aportar a estudios desde fenología, proyecciones climáticas, descripción de la flora en una región, entre otros (Davis *et al.* 2015). Para esta investigación descriptiva sobre la distribución de la flora bromeliológica del país, se utilizaron solo 2780 de los 3732 registros observados en los herbarios y en las bases de datos. Esto ya que contenían información completa de los especímenes identificados hasta especie, tenían una localidad detallada y/o tenían puntos de GPS (Cuadro 8). Se descartaron los 952 registros restantes, porque no tenían la información mencionada anteriormente, eran especímenes nativos o exóticos cultivados ornamentalmente o fueron colectados en otros países.

A partir de los registros georeferenciados que se utilizaron, se observa que todos los departamentos de Guatemala tienen registros de la familia. Sin embargo, hay departamentos como Huehuetenango que tiene 327 de varias especies y otros como Totonicapán que tiene únicamente cinco registros de una sola especie (*Tillandsia guatemalensis*), mostrando así un muestreo desigual en el país. El Progreso, Baja Verapaz y Zacapa son departamentos con más de 150 registros de especímenes de la familia y que tienen más del 0.05 reg/km². Estos tienen ocho zonas de vida cada uno y también tienen áreas importantes por su biodiversidad como el Corredor Biológico del Bosque Nuboso, la Sierra de las Minas y el Valle del Motagua; su extenso muestreo puede ser porque estas áreas están relativamente cercanas a la capital y son de interés para los equipos de investigadores de cada herbario por la variedad de ecosistemas que tienen (Cuadro 8). Mientras que los departamentos de Izabal, Peten, Alta Verapaz y Huehuetenango son los que tienen más registros, pero por unidad de área están abajo del 0.05 reg./km²; esto muestra que son departamentos muy grandes y que tienen áreas poco muestreadas como el norte de Alta Verapaz o grandes áreas en Petén. Se debe promover las colectas en estas áreas de estos grandes departamentos, para tener

todas las áreas representadas y comprender mejor la distribución de las especies que se encuentran en estos (Figura 9).

Hay departamentos de menor tamaño que tienen menos de 150 registros, pero más de 0.05 reg./km², estos son: Guatemala, Sacatepéquez y Sololá; el muestreo en estos departamentos se puede considerar suficiente en relación con los demás. A pesar de ser los departamentos más muestreados, no se puede determinar si el 0.05 reg./km² es la cantidad necesaria para conocer la riqueza, pero sí una medida para comparar la cantidad de área muestreada que hay en los departamentos de Guatemala y cuáles de estos necesitan un mayor esfuerzo en colectas para la familia. Por último, están los departamentos de Chimaltenango, Escuintla, Jalapa, Jutiapa, Quetzaltenango, Quiché, Retalhuleu, San Marcos, Santa Rosa, Suchitepéquez y Totonicapán que se consideran submuestreados debido a que cuentan con menos de 150 registros y menos del 0.05 reg./km².

Se observa que solo seis de los 22 departamentos del país tienen más de 0.05 reg./km², evidenciando una falta de muestreo de la familia en la mayoría de los departamentos con una menor concentración de colectas en la costa del Pacífico, Totonicapán, el este de Jalapa, el norte de Alta Verapaz y Quiché, y grandes áreas en Petén. Por ejemplo, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez, Quetzaltenango y San Marcos son de los departamentos que parte de su jurisdicción forman a la costa del Pacífico guatemalteco, y todos estos tienen pocos registros en total y por unidad de área (Cuadro 8). Una de las posibles causas de esto, es que la costa del Pacífico guatemalteco tiene una cobertura forestal reducida por el cambio de uso de tierra a la plantación de monocultivos de caña de azúcar, hule, palma africana o pastizales para ganadería (INAB *et al.* 2012). Estos ecosistemas no son aptos para las bromelias ya que la mayoría de las especies son epífitas y necesitan de factores bióticos (árboles hospederos óptimos) y abióticos (microclimas) específicos. En otras regiones, la falta de colectas puede ser consecuencia de la compleja accesibilidad a estas por diferentes razones como la protección de bosques (ej. bosques comunales de Totonicapán) o las vías de acceso como caminos de terracería y la cercanía a las carreteras principales del país (ej. zonas núcleo en la Reserva de Biósfera Maya). Incluso si los bosques en los que se realizan estudios de vegetación son insuficientemente maduros para tener poblaciones de epífitas establecidas en sus árboles. En Guatemala muchas localidades de la cobertura forestal remanente y fragmentada están ubicadas en zonas inaccesibles, entonces las colectas pueden estar relacionadas a las redes viales (CONAP 2019).

Hay otros factores que disminuyen la posibilidad de coleccionar especímenes de esta familia, como la dificultad para obtener individuos epífitos en árboles grandes, ya que para realizar esto se requiere equipo especializado en escalada de árboles, buscar árboles o ramas caídas. Además, la protección por parte del CONAP hacia las especies de los géneros *Tillandsia*, *Catopsis* y *Vriesea*, junto con la tramitación de permisos de colecta (con CONAP y los propietarios de los sitios) para trabajar con estos grupos puede ser una limitante para realizar investigaciones con Bromeliaceae en Guatemala (Cuadro 3). A estas posibles causas, se suma a de desalentar su colecta por la dificultad en la identificación de especímenes sin floración y la presencia de híbridos (Figura 50) o formas intermedias de especies como *T. guatemalensis* y *T. leiboldiana* (Figura 46); esto provee a las colecciones con material preservado que puede estar identificado erróneamente. Incluso se ha observado variación intraespecífica en especies plásticas fenotípicamente (ej. *T. guatemalensis* o *T. fasciculata*). También hay híbridos naturales entre especies simpátricas, comúnmente del género

Tillandsia, que han sido aisladas de sus poblaciones por perturbaciones en el ecosistema como la disminución de hábitat y hospederos (Gardner 1984, Smith y Till 1998). Para resolver esta problemática, se necesitan promover estudios de la familia Bromeliaceae en áreas protegidas o de importancia para el grupo, realizar inventarios de diversidad en diferentes localidades, solucionar los complejos taxonómicos o de hibridación que faciliten trabajar con esta familia, y elaborar estrategias para su conservación y manejo sostenible.

2. Riqueza de la familia Bromeliaceae en Guatemala

La historia geológica y climática de Guatemala, específicamente las variaciones climáticas repetidas durante el Pleistoceno propiciaron la especiación por aislamiento de algunos taxones de bromelias (por ejemplo: *Hechtia*, *Tillandsia*, *Catopsis*, *Pitcairnia*, *Werauhia*) en ecosistemas xéricos, mesófilos nubosos en montañas o en ambientes con paisajes rocosos (Dix y Dix 2006). Por esto, se puede observar que *Tillandsia* es el único taxón que se encuentra distribuido en todos los departamentos, este grupo con hábito predominantemente epífita puede habitar desde ambientes cálidos en tierras bajas hasta altas montañas. Además, el género tiene 80 especies, siendo el género con mayor riqueza de Guatemala. Biológicamente, todas las especies de este taxón dispersan sus semillas por el aire, lo que les permite ser transportadas por grandes distancias. Es por estas tres razones que este género se puede encontrar en todos los departamentos (Dix y Dix 2006, Espejo-Serna y López-Ferrari 2018, Holst 1994, Smith y Till 1998, Véliz 2010).

Los géneros *Catopsis* y *Pitcairnia* que se encuentran en la mayoría de los departamentos, también tienen adaptaciones para sobrevivir a ambiente áridos o húmedos (Dix y Dix 2006, Holst 1994, Schütz *et al.* 2016, Smith y Downs 1974). En la Figura 11, se observa al género *Aechmea* que se encuentra en los departamentos de Petén, Izabal, Huehuetenango, Alta Verapaz, Santa Rosa y Quetzaltenango, lo cual concuerda con el hábitat reportado en la literatura para el género, que es predominantemente en las áreas húmedas de tierras bajas en el país, como el arco húmedo del norte, Petén y algunos departamentos de la costa del pacífico (Dix y Dix 2006, Schulte *et al.* 2005, Smith y Downs 1979, Smith y Till 1998). Los géneros *Androlepis*, *Wallisia*, *Lemeltonia*, *Billbergia*, *Guzmania* y *Vriesea* se encuentran principalmente en la región norte del país, desde Huehuetenango hasta Izabal (Arco Húmedo Norte), y Petén (Figuras 12, 17, 18, 38). La mayoría de las especies en estos géneros están adaptadas a bosques tropicales húmedos de tierras bajas a premontanas (Smith y Downs 1977, 1979).

A pesar de que la piña es un cultivo que se trabaja en varias regiones del país, no hay muchos registros en los herbarios; para este estudio *Ananas comosus* se tomó en cuenta ya que es una especie naturalizada en el país y se ha enlistado como parte de su riqueza desde la elaboración de “Flora of Guatemala” (Smith 1958). Posiblemente esta especie no es muy colectada por los herbarios nacionales, ya que estos están enfocados en el estudio de la flora nativa del país y no tanto en los cultivos agrícolas. Sin embargo, se pueden estudiar morfológica y genéticamente los cultivos de piña para determinar riqueza genética de las variedades que hay en el país, como mejorar su producción o determinar las plagas que los afectan. De la misma manera hay otras especies dentro de la familia que no se tomaron en cuenta en este estudio porque solo se encuentran cultivadas en

viveros para comercializarlas como plantas ornamentales, principalmente en el extranjero. Algunas de estas especies son: *Aechmea fasciata*, *A. fulgens*, *Neoregelia* sp., *Tillandsia bergeri*, entre otras.

Luego los géneros *Hechtia*, *Bromelia*, *Greigia*, *Hohenbergiopsis*, *Racinaea*, *Pseudalcantarea* y *Werauhia* se distribuyen principalmente en el área central del país (Figuras 12, 17, 18, 22, 39). Los primeros dos están restringidos a tierras bajas, se caracterizan por pertenecer a los ecofisiotipos I y II, esto indica que son plantas terrestres y ambos géneros tienen semillas con una dispersión por aire limitada, aunque pueden ser dispersarse a grandes distancias por aves o mamíferos que se alimentan de sus bayas. Ambos taxones están adaptados a ecosistemas xéricos como el Valle del Motagua y los bosques secos de Huehuetenango, Jutiapa y Santa Rosa (Benzing 2000, Espejo-Serna *et al.* 2020, Smith y Downs 1979). Mientras que *Greigia* y *Hohenbergiopsis* son los de los pocos taxones de la subfamilia Bromelioideae que se han adaptado a los bosques mesófilos montanos de Mesoamérica (Dix y Dix 2006).

Las bromelias solo se encuentran distribuidas en 12 de las 13 zonas de vida presentes en Guatemala (Figura 9). Posiblemente en el bosque pluvial sub-andino tropical (bp-SAT) no hay presencia de esta familia o todavía no se ha muestreado lo suficiente por el difícil acceso a los lugares en donde se encuentra, tiene una extensión territorial pequeña (0.03%), llega a temperaturas bajas y hay una época donde se puede congelar, tiene un paisaje abierto con vegetación con un perfil vegetal poco denso y un dosel muy abierto (IARNA-URL 2018). La extensión territorial, las condiciones climáticas extremas y el dosel poco desarrollado disminuyen la posibilidad de colonización de epífitas que se dispersan por anemocoria. A pesar de que hay taxones como el género *Puya* endémicos de Suramérica y Costa Rica que si están adaptadas a las condiciones climáticas extremas del paisaje sub-andino, es probable que los taxones de Bromeliaceae presentes en el país no estén adaptados a estas (Miller y Silander 1991).

Las tres zonas de vida que tienen la mayor riqueza de Bromeliaceae en el país, son los bosques premontanos húmedos (bh-PMT), muy húmedos (bmh-PMT) y húmedos montanos bajos (bh-MBT) (Figura 10). En conjunto, estos son bosques mesófilos con temperaturas intermedias (15-22°C), un intervalo altitudinal grande (63-3207 msnm) y una extensión de 33.46% del territorio nacional en varias localidades del país (IARNA-URL 2018). Estas características y la diversidad de bosques (latifoliados, mixtos y de coníferas) así como sus ecotonos, representan a ecosistemas que se caracterizan por su alta riqueza (Smith y Smith 2007). Esto puede explicar la alta riqueza de especies y géneros de bromelias tanto epífitas como terrestres encontradas en estas zonas de vida. Además, estas pertenecen a los pisos premontanos y montanos en elevaciones medias coinciden con los hábitats que tienen mayor diversidad y especies endémicas de Mesoamérica (Dix y Dix 2006). Ya que estos bosques tienen la mayor riqueza de especies, es necesario identificar y priorizar las áreas dentro de estas que tengan la mayor diversidad de Bromeliaceae y enfocarse principalmente en las localidades con especies endémicas o protegidas por CONAP, UICN y/o CITES. Ya que son especies importantes ecológicamente, se pueden utilizar como especies sombrilla para realizar esfuerzos de conservación y manejo sostenible.

Otras zonas de vida con una alta riqueza son los bosques húmedos tropicales (bh-T) y muy húmedos montanos bajos (bmh-MBT) tienen una gran extensión territorial (34.03%), ambas se caracterizan por tener ecosistemas de hoja ancha con un dosel cerrado, lo que permite la colonización de especies epífitas en las diferentes zonas de un árbol hospedero, desde la base de su

tronco hasta su copa (Krömer *et al.* 2007, IARNA-URL 2018). Estas características permiten que las dos zonas de vida tengan una alta riqueza tanto de especies terrestres como epífitas y saxícolas. Las siete zonas de vida restantes tienen un extensiones territoriales pequeñas y condiciones climáticas más extremas a comparación de las zonas de vida anteriores. A pesar de las adaptaciones de algunas especies a ecosistemas muy cálidos o fríos, no todas las especies están adaptadas como *T. recurvata* a soportar climas severos, y esto se puede observar en la riqueza de los bosques muy secos (bms-T) y pluvial montano (bp-MT) (Figura 10). En comparación con los datos reportados por Dix y Dix (2006), la riqueza de Bromeliaceae coincide con un aumento gradual por los diferentes pisos altitudinales, mostrando una mayor concentración de especies en elevaciones medias (premontano a montano bajo) y una disminución gradual en los pisos montanos y sub-andinos.

El género *Tillandsia* es el único que se encuentra presente en las 12 zonas de vida con presencia de la familia (Figura 10), además es el que tiene la mayor riqueza y con adaptaciones diferentes entre especies. Este es de los pocos géneros junto a *Catopsis* que tiene adaptaciones fisiológicas, morfológicas y ecológicas que les permiten habitar regiones cálidas hasta regiones húmedas y frías (Benzing 2000, Dix y Dix 2006). *Pitcairnia* también tiene una distribución amplia en las mismas 10 zonas de vida que *Catopsis*, pero algunas de sus adaptaciones son diferentes como la estacionalidad de sus hojas ya que algunas especies como *P. heterophylla* tienen bulbos y pierden sus hojas en época seca para evitar transpiración (Smith y Downs 1974). En cambio, los 9 géneros restantes (*Aechmea*, *Androlepis*, *Billbergia*, *Bromelia*, *Fosterella*, *Greigia*, *Guzmania*, *Hechtia*, *Hohenbergiopsis*, *Lemeltonia*, *Pseudalcantarea*, *Racinaea*, *Vriesea*, *Wallisia* y *Werauhia*) se encuentran restringidos a ecosistemas con condiciones climáticas específicas de humedad, precipitación, temperatura y elevación. Generalmente, cada género se puede clasificar dentro de uno o dos ecofisiotipos, no tiene la misma riqueza y no presentan la variación interespecífica de morfología y fisiología que tienen *Tillandsia*, *Catopsis* y *Pitcairnia*.

3. Mapas de distribución de la familia Bromeliaceae en Guatemala

A continuación, se van a tratar los grupos de Bromeliaceae que tienen anomalías en su distribución, similitudes morfológicas, poblaciones simpátricas, posible hibridación natural, vacíos de información por submuestreo, problemática en su identificación, entre otros.

En la Figura 11, se puede observar que las especies de *Aechmea* se distribuyen principalmente en el norte del país, aunque hay registros en la costa sur de *A. bracteata* y *A. magdalenae*. Es posible que otras especies del género también se encuentren en la costa sur, región submuestreada, ya que en los pisos bajos predominan las especies terrestres como *A. magdalenae* y *A. bromeliifolia* (Benzing 2000, Dix y Dix 2006). Además, *A. iguana* es una especie que se conoce únicamente a partir del espécimen tipo y es endémica nacional descrita de una colecta en la costa sur. Ya que esta es una región con pocas colectas y pocos ecosistemas de bosques primarios, debería de buscarse en la localidad tipo para determinar si todavía se encuentra esta especie en vida silvestre.

A pesar de que en Guatemala se reportan cuatro especies de *Bromelia*, solo hay registros de *B. karatas* y *B. pinguin* que se distribuyen principalmente en el Valle del Motagua, lo cual coincide con la literatura, ya que estas plantas terrestres están adaptadas a ambientes xéricos, además se pueden encontrar en algunas áreas de la costa sur y los bosques secos de Huehuetenango (Figura 13) (Benzing 2000, Dix y Dix 2006). La especie *B. alsodes* fue reportada desde Flora de Guatemala (Smith 1958) pero no hay registros en los herbarios visitados, según Utley (1994) esta especie y *B. pinguin* son difíciles de diferenciar si no tienen material con estructuras reproductivas por lo que se deben revisar los especímenes en las colecciones para confirmar su identificación. Por último, la especie *B. hemisphaerica* no tiene registros en Guatemala pero desde la elaboración de Flora de nacional se ha propuesto como una especie posible por su amplia distribución desde México hasta Costa Rica (Utley 1994). Esta especie se encuentra en bosques húmedos latifoliados de elevaciones bajas, por lo que se podría encontrar en Petén ya que la costa sur es una región con poca cobertura forestal natural (INAB *et al.* 2012).

El género *Catopsis* tiene una distribución amplia en el país, desde los pisos altitudinales bajos hasta los montanos bajos y se pueden observar tres grupos: las especies de distribución amplia, las que se restringen en tierras bajas y las que se restringen en tierras altas. De las seis especies que se distribuyen desde los bosques secos hasta los bosques húmedos montanos, se ha observado que *C. nutans* y *C. sessiliflora* con tanques bien desarrollados son resistentes a perturbaciones ambientales por la superficie cerosa en sus hojas que le permite junto con sus tricomas a tener una mayor protección reflectante de luz y menor pérdida de agua por transpiración (Palací *et al.* 2004) (Figura 14). De las cuatro especies que se encuentran restringidas a los bosques húmedos (bh-T) y muy húmedos tropicales (bmh-T), aunque hay un registro de *C. minimiflora* en un bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT) que se tiene que revisar ya que se puede confundir con *C. sessiliflora* o *C. montana* (Figura 15).

El género *Fosterella* tiene solo una especie presente en el país y es la única especie Mesoamericana, *F. micrantha* es muy precisa en sus demandas para hábitat, ya que se adhiere a rocas donde hay una corriente pequeña de agua. Se distribuye desde el sur de México en el lado sur de la Sierra Madre y Chiapas hasta El Salvador, sin registros en la región noreste del Istmo de Tehuantepec (Wagner *et al.* 2015). En Guatemala se encuentra restringida en los bosques húmedos generados por el barlovento en la cadena volcánica (Figura 17). Por su biología (hábito terrestre, tamaño pequeño y dispersión por barocoria) y preferencia al sotobosque de hábitats húmedos, el sotavento de la cadena volcánica, las montañas de la meseta central y los bosques secos en el Valle del Motagua presentan una barrera biogeográfica para que se encuentre en el Arco Húmedo Norte del país, a pesar de que esta región tiene las condiciones climáticas que necesita esta especie (Anexo 12). Aunque esta especie no se encuentra en todos los departamentos de la costa sur, es probable que también se encuentre en ellos ya que está es una región submuestreada con una cobertura forestal reducida, incluso por su hábito y tamaño pequeño podría confundirse con la familia Asparagaceae.

El tercer género más rico en Guatemala, *Pitcairnia*, tiene una distribución amplia desde los bosques secos (bs-T) hasta los bosques muy húmedos montanos (bmh-MT). Las siguientes cuatro especies de este género solo tienen un registro cada una y se ubican en los bosques húmedos y muy húmedos de los pisos bajos y premontanos. La falta de registros abundantes de *P. atrorubens*, *P. carioana*, *P. flexuosa* y *P. puberula* no permite determinar correctamente la distribución de estas

especies en los departamentos y zonas de vida del país (Figura 19). Es posible que la apariencia de gramíneas desaliente su colecta durante la época lluviosa. Mientras que durante la época seca pierden sus hojas y florecen lo que las hace más conspicuas para colectarlas, se podría realizar una correlación entre las fechas de colecta de las especies de este género y la estacionalidad de la precipitación en el país (Schütz *et al.* 2016, Smith y Downs 1974).

De las cuatro especies reportadas para Guatemala de los géneros *Racinaea* y *Pseudalcantarea*, la única que no se ha registrado es *P. grandis* a pesar de ser una bromelia conspicua de gran tamaño (3.5 metros). Según Beaman y Judd (1996), esta especie es terrestre y se encuentra principalmente en terrenos escarpados o acantilados de piedra caliza de difícil acceso, y puede ser por esta razón que no hay registros en vida silvestre y solo se ha observado en cultivo ornamentalmente (MV 18331 [BIGU-50137]). Sin embargo, Standley y Steyermark la reportaron en Tactic, Alta Verapaz y el Volcán Tajumulco en San Marcos. Por otra parte, las dos especies de *Racinaea* se han registrado en las localidades cercanas y las diferencias entre ambas son pocas; es probable confundir estas especies ya que *R. rothschuhiana* tiene brácteas glabras/glabrescentes y ramas cortas de la inflorescencia en comparación a *R. ghiesbreghtii* que tiene con ramas largas arqueadas y brácteas lepidotas (Utley, 1994). Es necesario revisar la identificación de ambos especímenes para determinar si las distribuciones obtenidas son correctas y tienen poblaciones simpátricas (Figura 22).

El género *Tillandsia* tiene diferentes grupos o complejos con especies similares que tienen poblaciones simpátricas (Figura 23). Primero, en Guatemala hay registros de *T. argentea* y *T. fuchsii* en las mismas localidades, pero *T. argentea* queda restringida a las Antillas mientras que *T. fuchsii* es la especie reportada como la anterior en el área montañosa de Chiapas y la Sierra de los Cuchumatanes (Till 1992). A pesar de esto, en las colecciones revisadas aún son aceptadas ambas especies y son morfológicamente similares (Figura 40) por lo que se recomienda realizar análisis filogenético de ambas especies para comprobar si son o no especies diferentes. En este mismo grupo está *T. filifolia* que se diferencia de las anteriores por tener una inflorescencia compuesta y las zonas de vida en las que se encuentra principalmente es en los bosques latifoliados húmedos y muy húmedos del piso bajo en la franja transversal del norte. Hay dos especies similares que antes pertenecían a la misma pero tienen morfologías, zonas de vida y localidades diferentes. *Tillandsia kolbii* es reconocida como la variedad *T. ionantha* var. *scaposa* ya que sus flores provienen de un escape corto y se ubica en la meseta central del país en los bosques húmedos premontanos a montanos bajos, mientras que *T. ionantha* no tiene escape y se distribuye desde los bosques muy secos y secos en el Valle del Motagua hasta los bosques húmedos montanos bajos (Till y Schatzl 1981). Hay localidades donde se han reportado ambas especies, por ejemplo, se ha reportado *T. ionantha* en algunas localidades del lago de Atitlán (Álvarez-Ruano, 2007) y *T. kolbii* se ha observado en el volcán San Pedro (751 [BIGU 31154]). Es difícil diferenciarlas entre sí si no están en época de floración ya que la principal diferencia es el tamaño un poco más grande y el escape de la inflorescencia en *T. kolbii* que no tiene *T. ionantha*. Se recomienda realizar estudios filogenéticos, biogeográficos, ecológicos y determinar si existen mecanismos de aislamiento reproductivo para determinar si son dos especies diferentes.

En las Figuras 24 y 41, podemos observar a otras especies similares morfológicamente como *T. balbisiana* que se restringe a tierras bajas mientras que *T. polystachia* y *T. belloensis* que se encuentran en altitudes medias a altas con reportes en localidades cercanas en Huehuetenango y Chiquimula. *T. balbisiana* se diferencia de las otras dos porque puede formar un pequeño pseudobulbo con las vainas de sus hojas y tiene una distribución diferente. Según Utlely (1994), *T. belloensis* es una especie muy similar a *T. polystachia* y con distribuciones parecidas, la primera es poco conocida y dudosa ya que el tipo está depositado en el herbario particular del descriptor. Se deben realizar estudios morfológicos y moleculares con las poblaciones silvestres para determinar si estas especies son diferentes, ya que la accesibilidad a los especímenes tipo es una dificultad.

Un complejo de especies similares, con poblaciones simpátricas es el de *Tillandsia brachycaulos*, *T. capitata*, *T. lautneri*, *T. riohondoensis*, *T. trigalensis* y *T. velutina* (Figura 25 y 42). *T. velutina* y *T. brachycaulos* son similares morfológicamente: sin tricomas en las brácteas florales, la primera tiene hojas velutinosas y hay pocos registros en el país, mientras que la segunda es glabra se distribuye principalmente en los climas cálidos de tierras bajas (Butcher s.f.). Es probable que haya especímenes de *T. velutina* erróneamente identificados como *T. brachycaulos* que deben ser revisados en las colecciones, ya que esta especie no se encuentra en las claves y guías para identificar bromelias en país. Las especies restantes tienen tricomas en las brácteas florales y la única reconocida por “Flora of Guatemala” es *T. lautneri* como la variedad *T. capitata* var. *guzmanioides* que se encuentra en bosques altos, húmedos y fríos en la meseta central y la Sierra de los Cuchumatanes (Smith 1958). Esta especie es muy similar a *T. trigalensis* que se reporta únicamente en el área este de los Cuchumatanes en Quiché y a diferencia de la anterior esta es más pequeña con las hojas más angostas y duras, además de tener una inflorescencia con las brácteas verde amarillentas con flores amarillas (Ehlers Stuttgart 1997). Las especies xerófitas del Valle del Motagua *T. capitata* y *T. riohondoensis* son especies muy similares también, pero la segunda tiene hojas más delgadas y grisáceas, espigas densas con internodos cortos y las brácteas primarias densamente lepidotas. *T. riohondoensis* solo se conoce en vida silvestre de su localidad tipo en Río Hondo, a pesar de que ha sido comercializada bajo el nombre de “*T. sphaerocephala* Guatemala” o “*T. capitata* Peach” (Ehlers Stuttgart 2015). No hay muchas colectas de estas tillandsias, posiblemente porque tienen poblaciones reducidas en las localidades donde se encuentran, incluso se pueden confundir entre ellas. En todo este grupo la mayoría de las colectas pertenecen a *T. brachycaulos*, por lo que se necesita enfocar los muestreos hacia las otras cinco especies para comprender mejor sus relaciones filogenéticas y realizar estudios moleculares y morfológicos que determinen si son realmente seis especies diferentes.

De las especies presentes en Guatemala que forman bulbos con la base de sus hojas (*Tillandsia caput-medusae*, *T. bulbosa*, *T. paucifolia*, *T. pruinosa*, *T. pseudobaileyi*, *T. balbisiana* y *T. streptophylla*), la mayoría se encuentran en altitudes bajas a medias y están adaptadas a ambientes más cálidos, mientras que *T. butzii* y *T. seleriana* son las especies que se encuentran a mayor altitud en climas fríos. Según Stefano *et al.* (2006), la mayor superficie foliar les da una ventaja a vivir en hábitats áridos con pocos nutrientes expuestos a mayor radiación solar y viento, ya que esto les da una mayor recompensa al tener una simbiosis con hormigas que le proveen de protección contra la herbivoría y nutrientes nitrogenados. Al igual que otros taxones de ecosistemas xéricos, en la costa sur del país hay pocos registros de estas especies posiblemente por la falta de muestreo en esta región (Figura 7). Una especie similar a *T. pruinosa* es *T. seleriana*, pero la segunda tiene su

inflorescencia en un escapo (Figura 43). Es probable confundir estas especies en la naturaleza si no están en época de floración, ya que tienen poblaciones simpátricas en localidades que están a altitudes cercanas a los 1000 msnm como el camino a la represa de Chixoy (UVAL 138 y 140) en Baja Verapaz (Utley 1994), ver Figura 26.

En la Figura 27, se puede encontrar la otra especie bulbosa, *T. caput-medusae*, que al igual que *T. flabellata*, *T. recurvata*, *T. schiedeana*, *T. usenoides* y *T. variabilis*, tienen una distribución amplia en Guatemala desde bosques muy secos tropicales (bms-T) hasta bosques muy húmedos montanos (bmh-MT). Se ha observado que estas seis especies pertenecen al ecofisiotipo V, lo que puede explicar por su capacidad de resistir perturbaciones ambientales, tener una proporción grande de tricomas foliares para evitar la pérdida de agua y tener mayor fotoprotección (Cach-Pérez *et al.* 2014, Haslam *et al.* 2003, Krömer *et al.* 2014, Males 2016, Soltis *et al.* 1987). De las especies mencionadas anteriormente se ha observado hibridación entre *T. schiedeana* y alguna especie con morfología bulbosa que coinciden el mismo ecosistema como *T. pseudobaileyi*, este espécimen proviene de El Jute en Zacapa (Figura 50). Este grupo representa únicamente a seis de las 80 especies del género *Tillandsia* que están adaptadas a varios ecosistemas y perturbaciones ambientales, hay otras especies con distribuciones amplias (por ejemplo *T. fasciculata*) que no se incluyeron en este mapa por sus similitudes morfológicas con otras especies. Es importante recalcar que muchas especies no son tan resistentes a las perturbaciones como la degradación de hábitat o la eliminación de hospederos (Krömer *et al.* 2014). A pesar de esto no se han realizado estudios que describan el efecto que tienen estas amenazas sobre las poblaciones de bromelias en Guatemala.

En las Figuras 28 y 44, podemos observar a *Tillandsia chlorophylla* y *T. streptophylla* que se encuentran en bosques húmedos y cálidos del área norte del país. Esta región del Arco Húmedo Norte y Petén se caracteriza por ser un área submuestreada (Cuadro 8), por lo que estas especies pueden tener una distribución más detallada si se colectara más en estas áreas. En este mapa se incluyen *T. xerographica* y otras dos especies endémicas del Valle del Motagua (*T. zacapanensis* y *T. carrilloi*), estas tres se caracterizan por encontrarse en matorrales espinosos o bosques latifoliados cálidos y áridos. La especie *T. xerographica* como su nombre lo indica, se distribuye en ecosistemas xéricos en la costa sur y con mayor número de registros en el Valle del Motagua (García & Chocano, s/f). En este valle también se encuentran las dos especies endémicas nacionales mencionadas anteriormente y tienen una morfología similar, es posible que estas especies sean híbridos pero se han descrito como especies diferentes por lo que es necesario realizar estudios moleculares para determinar las relaciones genéticas entre estas poblaciones de distribución simpátrica.

Luego está el complejo *T. utriculata*, actualmente este incluye a cinco especies en el país (*T. comitanensis*, *T. cuacensis*, *T. dasyliiriifolia*, *T. izabalensis* y *T. utriculata*). En Flora de Guatemala y Mesoamericana para el país se reconocían a *T. limbata* y *T. makoyana*, pero estas son endémicas de México. Es probable que algunos registros de las especies estén mal identificados en las colecciones revisadas, ya que las diferencias entre especies como el color de los pétalos son visibles solo en especímenes vivos; por esto es difícil determinar la distribución de estas especies basándose en registros de herbarios (Figura 29). En la revisión realizada por Pinzón *et al.* (2019) de todo el complejo, se determinó que las especies identificadas como *T. makoyana* en el país son realmente *T. comitanensis* y se encuentran en bosques de altitudes medias a altas de la meseta central. Luego *T. cucaensis* es la única especie de este complejo que se distribuye en los bosques cálidos y húmedos

en las tierras bajas de la costa del océano Pacífico. Mientras que *T. dasyliriifolia* está en selva petenera y las dos especies restantes (*T. utriculata* y *T. izabalensis*) se encuentran en los bosques húmedos y cálidos cercanos a la costa del océano Atlántico. Es necesario realizar una revisión más detallada de este complejo a nivel nacional, ya que hay registros de *T. cucaensis* en Lachuá, Alta Verapaz (DR064 [BIGU-73508]) y el Valle del Motagua (MV22620 [BIGU-2632]), *T. comitanensis* en Sierra de las Minas (MV2960 [BIGU-57776]) y Chiquimula (MV23558 [BIGU-60879]), y *T. izabalensis* en la cuenca del río Motagua (MV13174 [BIGU-22202]).

Un complejo de especies con pocas diferencias morfológicas entre sí y con poblaciones simpátricas, es el de *Tillandsia fasciculata*, en el que se incluyen 11 especies: *T. acostae*, *T. concolor*, *T. fasciculata*, *T. punctulata*, *T. rotundata*, *T. tricolor*, *T. polita*, *T. rodrigueziana*, *T. tecpanensis*, *T. vicentina* y *T. welzii* (Figura 45). De estas especies se pueden encontrar especies con morfologías intermedias o transicionales donde la inflorescencia puede tener solo uno o dos fascículos (Figura 45 I-L), tener varios fascículos laxos (Figura 45 A-D y G-H), o con los fascículos conglomerados (Figura 45 E y F). Las diferencias entre estas especies son en la morfología foliar y en algunas partes de la inflorescencia como las brácteas del escapo y las brácteas florales, por lo que es muy complicado diferenciar estas especies incluso si están en floración. La especie con mayor rango de distribución es *T. fasciculata* (desde los bosques de Petén hasta la meseta central de Guatemala en bosques pluviales premontanos o muy húmedos montanos). *T. tricolor*, *T. acostae* y *T. concolor* podrían confundirse con *T. fasciculata* de un solo fascículo en las localidades donde coinciden como el volcán Atitlán, el corredor Biológico del Bosque Nuboso en Baja Verapaz, en los bosques de Río Hondo y los bosques bajos de Huehuetenango (Figura 31). La especie *T. polita* es similar a *T. fasciculata* pero de menor tamaño y hay muy pocos registros en herbarios, según Utley (1994) la primera tiene los sépalos más grandes que las brácteas florales a comparación de las brácteas iguales o más largas que los sépalos de *T. fasciculata*. Incluso Gardner (1984b) detalla que *T. polita* es muy similar a algunos híbridos naturales entre *T. rotundata* y *T. rodrigueziana* que se encuentran en San Cristóbal de las Casas. En Guatemala estas especies también tienen poblaciones simpátricas en las montañas de Jalapa, Sololá y Quiché, por lo que se recomienda revisar filogenéticamente a estas poblaciones para determinar si *T. polita* es una especie, un híbrido o una forma más pequeña de *T. fasciculata*. También están *T. tecpanensis* y *T. vicentina* que tienen poblaciones simpátricas y son reconocidas como especies diferentes, pero se necesita realizar análisis para verificar si son dos especies o solo una con variación morfológica. Por último, están *T. welzii* que pareciera un híbrido entre las dos especies mencionadas anteriormente y *T. rodrigueziana* que ocurren en los mismos hábitats, por ejemplo, el Cerro Alux en Sacatepéquez (Figura 30). En este complejo hay especies y formas intermedias que probablemente no tienen mecanismos de aislamiento reproductivo entre ellas y se ha observado que tienen poblaciones simpátricas, por lo que se necesitan realizar estudios que abarquen la ecología, fenología, morfología y genética del complejo *T. fasciculata* y afines. Ya que este complejo tiene especies endémicas y de distribución amplia, el establecimiento de relaciones filogenéticas y la claridad taxonómica pueden facilitar las estrategias de manejo y conservación de las especies vulnerables.

Dentro de las bromelias con hojas lineares están: *Tillandsia festucoides*, *T. juncea*, *T. remota*, *T. setacea* y *T. stoltenii* (Figura 32). De estas, *T. festucoides* y *T. juncea* son las que tiene una distribución amplia, desde los pisos bajos en bosques secos (bs-T) hasta los bosques muy húmedos montanos (bmh-T). Las especies *T. setacea* y *T. remota* se distribuyen en tierras bajas cálidas como

los bosques de Petén, Chiquimula y la Costa Sur. Vegetativamente, estas cuatro especies tienen morfologías muy similares con hojas lineares, por lo que los especímenes colectados que no tengan inflorescencia pueden estar mal identificados y las localidades no ayudan a diferenciarlas ya que pueden coincidir. Por último, está *T. stoltenii* endémica nacional del departamento de San Marcos, esta especie es muy similar a *T. socialis* que fue reportada como una especie de posible distribución en Guatemala (Dix y Dix 2006, Véliz 2010). Solo hay un registro de esta especie en el volcán Tacaná y su localidad tipo es en Huehuetenango, es necesario revisar esta especie *in situ* ya que es poco conocida, en Tropicos.org no hay datos del holotipo y el artículo de la revista en la que se describió (Die Bromelie 2014(3):118-122) no está disponible.

Un grupo de plantas similares y que parecieran una transición de bromelias con inflorescencias en espigas péndulas simples hasta espigas erectas y muy ramificadas son: *T. standleyi*, *T. orogenes*, *T. leiboldiana*, *T. excelsa* y *T. guatemalensis* (Figura 46). *T. standleyi* y *T. orogenes* se diferencian de las otras especies por sus láminas foliares triangulares e inflorescencias péndulas con las brácteas quilladas. Ambas especies se encuentran en bosques muy húmedos premontanos (bmh-PMT) hasta montanos bajos (bmh-MBT), además hay poblaciones de las dos que coinciden en el corredor biológico del bosque nuboso en Baja Verapaz y su principal diferencia es el menor tamaño de *T. orogenes* (Figura 33); por lo tanto, es posible que estas especies se hibriden y existan formas intermedias en estas localidades que dificulten la correcta identificación de ambas. Mientras que *T. leiboldiana*, *T. excelsa* y *T. guatemalensis* tienen láminas foliares liguladas con el escapo de su inflorescencia decurvado o erecto. Es probable que estas especies estén erróneamente identificadas en las colecciones de herbarios, ya que las diferencias entre estas especies son inconspicuas, por ejemplo la nerviación de las brácteas florales y el tamaño de los sépalos que se diferencian por milímetros (Utley 1994). También es probable que existan híbridos naturales de estas especies ya que hay registros de las de las tres o dos especies en las mismas localidades (Figura 33). Se recomienda realizar un estudio para diferenciar entre las poblaciones de estas especies, como lo realizó Martínez-Márquez (2017) al comparar poblaciones morfológicamente diferentes (inflorescencia 1-pinnado simple a 2-pinnado compuesta) de *T. guatemalensis* en diferentes regiones. Esta investigación tiene que incluir las 5 especies y combinar análisis morfológicos con moleculares para determinar las relaciones genéticas y cómo se diferencian fenotípicamente.

Hay un grupo de tillandsias que se encuentran en 5 zonas de vida de elevaciones altas, con temperaturas frías y alta precipitación (bh-PMT, bh-MBT, bmh-MBT, bmh-MT y bp-MT); estas son *T. imperialis*, *T. ponderosa*, *T. yunckeri*, *T. mateoensis*, la última se diferencia por tener una inflorescencia péndula, ser endémica nacional y la única de toda la familia que se encuentra en el bosque pluvial montano tropical (bp-MT). Las tres especies restantes son muy parecidas morfológicamente, *T. ponderosa* tiene vainas foliares lepidotas, triangulares y sus espigas sobrepasan a las brácteas primarias de la inflorescencia, además se distribuye principalmente en la meseta central y algunas localidades registradas en Sierra de las Minas y Sierra de los Cuchumatanes. Las especies con láminas foliares liguladas y brácteas de la inflorescencia menores a las espigas son *T. yunckeri* y *T. mateoensis*. Hay registros de poblaciones simpátricas en Alta Verapaz y Baja Verapaz de estas dos especies, además se ha observado unas variaciones morfológicas intermedias como *T. yunckeri* con las ramificaciones conglomeradas y *T. imperialis* con la inflorescencia más laxa (Figuras 35 y 48). A pesar de que no se han registrado híbridos naturales entre ambas especies, estas formas intermedias dificultan su identificación y pueden

existir registros mal identificados en las colecciones. Los estudios de variación morfológica y fenología complementados con análisis genético de estas especies pueden determinar si se pueden hibridar o si estas formas intermedias son resultado de hibridación; incluso se puede ver si esta variación solamente es el resultado del aislamiento de poblaciones en los bosques de Guatemala.

El último complejo o grupo de tillandsias que hay en Guatemala es el que incluye a *Tillandsia nervata*, *T. kretzii*, *T. multicaulis*, *T. verapazana*, y *T. lampropoda* (Figura 49). Estas especies tienen hojas triangulares a liguladas y brácteas florales imbricadas, erectas y carinadas (Utley 1994), y se encuentran principalmente en bosques húmedos a muy húmedos desde los pisos premontanos a montanos y la única que se encuentra en el piso bajo es *T. multicaulis* que tiene hojas liguladas y múltiples inflorescencias laterales con flores moradas. La especie *T. nervata* se conoce en vida silvestre únicamente desde el espécimen tipo colectado en San Marcos, puede tener una inflorescencia simple o ramificada como la que tiene *T. kretzii* que se encuentra en la misma localidad pero no tiene hojas liguladas (Figura 36). Ya que hay pocos registros de ambas especies, hay que comparar individuos vivos de las dos que provengan de vida silvestre y estar certeros de sus diferencias morfológicas y genéticas. De esta manera se puede determinar si son o no la misma especie y poder describir mejor su distribución. En este complejo también se encuentra *T. verapazana* que pareciera un híbrido entre *T. multicaulis* y *T. lampropoda*, que tiene hojas liguladas y una inflorescencia complanada con flores blancas. Estas tres especies tienen poblaciones simpátricas en el corredor biológico, por lo que también es necesario realizar estudios morfológicos y moleculares para determinar sus relaciones filogenéticas.

En la Figura 38, se observa que *Vriesea heliconioides*, *Wallisia anceps* y la única especie de *Werauhia* de tierras bajas (*W. gladioliflora*), que se encuentran en la franja transversal del norte y Petén. No se puede describir detalladamente la distribución de estas especies, ya que las tres tienen pocos registros en Guatemala. Es posible que existan otras poblaciones de estas especies su área de distribución, ya que esta región es muy grande y hay pocos registros de la familia por lo que se necesita realizar más muestreos (Figura 7). Los pocos registros en estas áreas probablemente son causa del difícil acceso a estas o que los bosques han sido transformados a monocultivos que no son hábitats aptos para estas especies de bromelias menos resistentes.

Por último, las seis especies restantes de *Werauhia* tienen pocos registros por especie en el país, excepto *W. werckleana* que tiene una distribución más amplia. Sin embargo, se puede observar que estas especies se distribuyen en bosques de mayor altitud a diferencia de *W. gladioliflora*, esta distribución coincide con la reportada previamente en la literatura (Dix y Dix 2006). *W. werckleana*, *W. pycnantha*, *W. pectinata* y *W. viridiflora* pueden llegar a tener un metro de tamaño y tienen inflorescencias grandes, posiblemente estas características es la causa de que desaliente a los investigadores a coleccionar especímenes para registrarlos en los herbarios. Dentro de este taxón se encuentran dos especies que pertenecen al grupo de “tecophylloid vrieseas” (*W. hygrometrica* y *W. montana*). Las cinco principales diferencias son el variegado fino y el menor tamaño de las hojas, las brácteas florales más largas que los sépalos, la inflorescencia corta y el exudado gelatinoso en la antesis que tiene *W. hygrometrica* en comparación a *W. montana* (Utley 1983, 1994). Es posible confundir ambas especies y que existan especímenes en las colecciones revisadas con ambos nombres, ya que las dos especies tienen láminas foliares liguladas y variegadas, además *W. montana* puede tener pocas ramificaciones como Smith dibujó en “Flora of Guatemala” (1958) y *W. hygrometrica* tiende a elongar sus inflorescencias al fructificar y resultan con una forma cilíndrica

sublaxa. Hay registros de ambas especies las mismas localidades, por lo que se necesita revisar y corregir los especímenes erróneamente identificados para determinar la distribución real de las dos especies (Figura 39).

D. Correlación entre el número de registros por géneros de Bromeliaceae en Guatemala y las variables climáticas y altitudinales

A partir de los registros de la familia se analizaron individualmente los géneros presentes en el país con la información climática (temperatura media anual y precipitación anual) y de elevación. No se analizó en toda la familia en conjunto porque se pueden obtener resultados confusos, ya que hay géneros como *Hechtia* que se restringen a ecosistemas específicos mientras que otros como *Tillandsia* tienen una amplia distribución. Para cada uno de los géneros se obtuvo el porcentaje de las tres variables ambientales que se correlacionaron con la ubicación de los registros, de esta manera se puede determinar la variable que más influye en la distribución de cada género en Guatemala. En la mayoría de los géneros se obtuvo una variable que tiene mayor porcentaje de contribución, pero el género *Hohenbergiopsis* la elevación (40.2%) y la temperatura media anual (53.8%) tienen una correlación similar. Mientras que para los géneros *Hepetis*, *Lemeltonia* y *Wallisia* no hay registros suficientes para realizar el análisis, por lo que no fueron tomados en cuenta (Anexo 5).

La elevación es una variable importante para los siguientes géneros: *Ananas*, *Catopsis*, *Greigia*, *Guzmania*, *Pitcairnia*, *Tillandsia*, *Vriesea* y *Werauhia* (Figura 51), ya que el porcentaje de contribución al modelo de correlación que determina su distribución es más del 65%. Se pueden agrupar estos géneros en tres intervalos altitudinales, *V. heliconioides* es el único que tiene mayor abundancia en elevaciones menores a 1000 msnm. En cambio, a elevaciones intermedias (entre 1000 y 2000 msnm) se encuentran *Catopsis*, *Guzmania* y *Pitcairnia*; mientras que a elevaciones mayores a 2000 msnm aumenta la presencia de los géneros *Greigia*, *Hohenbergiopsis*, *Tillandsia* y *Werauhia*. De estos géneros, *Ananas comosus* es una especie cultivada con pocos registros por lo que las variables ambientales podrían no ser determinantes en su distribución. La elevación fue un factor importante para los cambios climáticos que ocurrieron durante el Pleistoceno en Guatemala, lo que propició eventos de especiación por aislamiento de muchos taxones incluido Bromeliaceae. Esto concuerda con la riqueza alta diversidad de la subfamilia Tillandsioideae en altitudes intermedias de Mesoamérica y México. Igualmente, Pitcairnioideae tiene mayor número de especies en bosques mesófilos de elevaciones intermedias (Dix y Dix 2006). En Guatemala hay 11 zonas de vida que se encuentran en altitudes intermedias y dentro de estas se encuentran las zonas de vida que tienen mayor riqueza de especies (IARNA-URL 2018) (Figura 10). Es probable que esta correlación esté vinculado a la variedad de zonas de vidas con diferentes ecosistemas en las elevaciones intermedias, influyendo así a que exista una mayor riqueza de Bromeliaceae.

Por otra parte, tenemos los taxones que se encuentran correlacionados con la temperatura media anual, dentro de estos están *Hohenbergiopsis*, *Racinaea* y *Aechmea* (Figura 51). Existe una relación entre esta variable climática y la elevación, esta se denomina el gradiente adiabático que describe la disminución de la temperatura respecto al aumento del gradiente altitudinal (Smith y Smith 2007). Por esa relación, estos tres géneros también se encuentran asociados a algún rango altitudinal a pesar de que la temperatura sea la variable climática que más influye en su distribución. La

correlación de *Hohenbergiopsis* y *Racinaea* es que a menores temperaturas aumenta la probabilidad de encontrar estas especies (Anexos 16 y 19). Esto coincide con la información teórica de que estas especies se distribuyen en bosques fríos de elevaciones mayores a 1500 msnm o con los registros que se observaron en las zonas de vida húmedas y muy húmedas montañas (Utley 1994, IARNA-URL 2018) En cambio, el género *Aechmea* está vinculado a temperaturas más cálidas asociadas las zonas de vida en los pisos altitudinales bajos y premontanos (Anexo 6). Las especies presentes en Guatemala de este género pertenecen principalmente a los ecofisiotipos I y II, estas adaptaciones de la familia son características de las especies que viven en ambientes xerofitos que se encuentran en localidades (Benzing 2000, Males y Griffiths 2017).

Por último, la precipitación anual influye en la distribución de los géneros *Androlepis*, *Billbergia*, *Bromelia*, *Hechtia*, *Fosterella* y *Pseudalcantarea*. *Bromelia* y *Hechtia* se distribuyen en ecosistemas xéricos con baja precipitación anual y estos son característicos de las zonas de vida muy secas y secas (bms-T, bs-T y bs-PMT), por eso la mayor cantidad de registros de las especies de ambos géneros se encuentran en el Valle del Motagua, Jutiapa y Chiquimula. Las especies de estos géneros tienen características de los ecofisiotipos I y II, que son adaptaciones de las bromelias para sobrevivir a ambientes con estrés hídrico como el que tienen estos ecosistemas (Benzing 2000, Espejo-Serna *et al.* 2020, Males y Griffiths 2017). Para los géneros restantes la precipitación anual alta contribuye a su distribución, *Fosterella* es el único terrestre y se caracteriza por distribuirse en bosques con dosel denso ya que este género se diversificó en los bosques mesófilos de Sudamérica (Wagner *et al.* 2015). Las especies de *Androlepis*, *Billbergia* y *Pseudalcantarea* tienen mayores requerimientos de humedad y agua ya que su hábito es epífita, pero no tienen mucha superficie absorbente en sus hojas, características de los ecofisiotipos III y IV que no resisten tanto al estrés hídrico (Males y Griffiths 2017).

VIII. CONCLUSIONES

- Se obtuvo un listado con 154 especies de la familia Bromeliaceae en Guatemala, pertenecientes a 20 géneros y cuatro subfamilias.
- Los géneros con la mayor riqueza de especies son *Tillandsia* (80), *Catopsis* (17) y *Pitcairnia* (15).
- Se ha evaluado los grados de amenaza solamente de 26 especies, que corresponde al 16.9% de las especies presentes en el país, además se determinó que las regiones con menor concentración de registros son la costa del Pacífico, Totonicapán, el este de Jalapa, el norte de Alta Verapaz y Quiché, y grandes áreas de Petén.
- Hay 39 especies que presentan algún grado de endemismo en Guatemala, 23 de estas son endémicas regionales y 16 son endémicas nacionales.
- Existe un submuestreo en la mayoría de los departamentos del país, ya que solamente seis de estos tienen más de 0.05 reg./km².
- Los departamentos con mayor riqueza de géneros en Guatemala son Alta Verapaz (13), Izabal (12) y Huehuetenango (11).
- Los departamentos con mayor riqueza de especies en Guatemala son Alta Verapaz (57), Baja Verapaz (55), Huehuetenango (56), Izabal (53) y Zacapa (56).
- Las zonas de vida con mayor riqueza (especies/géneros) en Guatemala son bh-PMT (86/14), bmh-PMT (75/13) y bh-MBT (72/10).
- El género *Tillandsia* es el único que se encuentra en todos los departamentos del país y en las 12 zonas de vida que tienen presencia de la familia.
- La familia Bromeliaceae no tiene registros en la zona de vida del bosque pluvial sub-andino tropical (bp-SAT).
- La elevación contribuye en la distribución de los siguientes ocho géneros: *Ananas* (67%), *Catopsis* (80.3%), *Greigia* (94.6%), *Guzmania* (83.9%), *Pitcairnia* (92.3%), *Tillandsia* (85.9%), *Vriesea* (99.4%) y *Werauhia* (78.9%).
- La temperatura promedio contribuye en la distribución de los siguientes tres géneros: *Aechmea* (72.9%), *Hohenbergiopsis* (53.8%) y *Racinaea* (98.6 %).
- La precipitación anual contribuye en la distribución de los siguientes seis géneros: *Androlepis* (100%), *Billbergia* (40%), *Bromelia* (93.3%), *Fosterella* (99.9%), *Hechtia* (80.6%) y *Pseudalcantarea* (68.4%).

IX. RECOMENDACIONES

- Promover el esfuerzo de muestreo en las regiones que tienen menor concentración de colectas (la costa del Pacífico, el Arco Húmedo Norte, Totonicapán, al este de Jalapa y Petén) para llenar vacíos de información y describir mejor la distribución de esta familia en Guatemala; de la misma manera enfocar las colectas de géneros o especies submuestreadas, que se conocen solo a partir del material Tipo, o especies que han sido reportadas de las cuales no se tienen registros en el país (ej. *Tillandsia nervata*, *T. grandis*, *Werauhia* spp., *Vriesea* spp., *Catopsis* spp., *Billbergia pallidiflora*, etc.).
- Fomentar la evaluación del grado de amenazas que tienen las especies presentes en el país, principalmente las especies que son endémicas nacionales y poco conocidas, además realizar la correlación entre la distribución de cada especie con las variables climáticas para determinar las áreas de distribución potencial; de esta manera se pueden elaborar planes de manejo y conservación de las especies o áreas importantes para las bromelias en Guatemala.
- Elaborar una clave dicotómica y una guía de identificación actualizada con las especies de Bromeliaceae que están en Guatemala, que será una herramienta útil para los futuros estudios relacionados con esta familia.
- Realizar estudios que describan el rol ecológico de las bromelias en los distintos ecosistemas del país, por ejemplo, la especificidad de árboles hospederos, dinámica de claros en los bosques, captación de agua, biodiversidad asociada a las fitotelmatas, polinizadores, dispersores.
- Digitalizar las colecciones de cada herbario y publicar las bases de datos para que la información esté disponible y se puedan realizar investigaciones basándose en los datos georeferenciados.
- Ampliar la base de datos de la familia Bromeliaceae en Guatemala, con información de registros sin colectas de investigadores, colecciones vivas y la colección herborizada del herbario de la Universidad Rafael Landívar (HURLGT).
- Realizar estudios sobre los mecanismos de aislamiento reproductivo de especies morfológicamente similares con poblaciones simpátricas, además complementar con análisis filogenéticos que utilicen datos morfológicos y moleculares para determinar las relaciones entre las poblaciones de especies similares en morfología, plásticas fenotípicamente, formas intermedias, posibles híbridos naturales en los géneros *Tillandsia* (ej. Complejo de *T. fasciculata* o el de *T. guatemalensis*), *Catopsis*, *Pseudalcantarea* y algunas especies de *Werauhia* y *Bromelia*.
- Publicar el checklist elaborado en una revista indexada y “peer-review” como un documento que recopile información (especie, hábito, departamento donde se ubica, grado de endemismo, etc.) de todas las especies de Bromeliaceae presentes en Guatemala, de esta manera se puede promover la recopilación de información de otras familias para iniciar una actualización de la Flora de Guatemala con checklist por cada familia o grupo de plantas que tomen en cuenta clasificaciones taxonómicas, reportes y especies nuevas.

-

X. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Rodríguez, Pedro A., Krömer, T., Tschapka, M., García-Franco, J. G., Escobedo-Sarti, J., & MacSwiney G., M. C. (2019). Bat pollination in Bromeliaceae. *Plant Ecology & Diversity*, 12(1), 1–19.
- Aguilar-Rodríguez, Pedro Adrián, MacSwiney G., M. C., Krömer, T., García-Franco, J. G., Knauer, A., & Kessler, M. (2014). First record of bat-pollination in the species-rich genus *Tillandsia* (Bromeliaceae). *Annals of Botany*, 113(6), 1047–1055.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcu031>
- Alfonso, S. V. D. (2010). *Georeferenciación de los especímenes de la familia Bromeliaceae depositados en el Herbario Paul C. Standley*. Zamorano.
- Álvarez-Ruano, M. R. (2007). *La familia Bromeliaceae en el área de la Cuenca del Lago de Atitlán, Sololá, Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Barfuss, M. H. J., Samuel, R., Till, W., & Stuessy, T. F. (2005). Phylogenetic relationships in subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from seven plastid regions. *American Journal of Botany*, 92(2), 337–351.
<https://doi.org/10.3732/ajb.92.2.337>
- Barfuss, Michael H.J., Till, W., Leme, E. M. C., Pinzón, J. P., Manzanares, J. M., Halbritter, H., Samuel, R., & Brown, G. K. (2016). Taxonomic revision of Bromeliaceae subfam. Tillandsioideae based on a multi-locus DNA sequence phylogeny and morphology. *Phytotaxa*, 279(1), 1–97. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.279.1.1>
- Barrios, M. (2003). *Especies de flora endémica y amenazada de la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil y Biotopo Chochón Machacas para la conservación del Manatí, Izabal, Guatemala*. CECON CDC.
- Barrios-Montenegro, C. (2017). *Caracterización de la diversidad de bromelias epífitas en tres Zonas de Vida de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Amatitlán*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Barve, N., Martin, C. E., & Peterson, A. T. (2015). Climatic niche and flowering and fruiting phenology of an epiphytic plant. *AoB Plants*, 7, 1–10.
<https://doi.org/10.1093/aobpla/plv108>

- Beaman, R. S., & Judd, W. S. (1996). Systematics of Tillandsia Subgenus Pseudalcantarea (Bromeliaceae). *Brittonia*, 48(1), 1. <https://doi.org/10.2307/2807659>
- Benzing, D. H. (2000). *Bromeliaceae: Profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press.
- Bressani-Herman, R. (1994). *El uso de cultivo de tejidos vegetales para la micropropagación de Tillandsia ionantha scaposa y Tillandsia magnusiana*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Cáceres, A., Barrios, M., Morales, C., Orellana, R., Vázquez, A., Flores, M., Tally, W., Cruz, S., Arana, S., & Paz, M. (2001). Actividad biocida de plantas detectadas por etnobotánica y bioprospección en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. *Revista de Ciencia y Tecnología -USAC-*, 6(2), 23–47.
- Cach-Pérez, M. J., Andrade, J. L., & Reyes-García, C. (2014). La susceptibilidad de las bromeliáceas epífitas al cambio climático. *Botanical Sciences*, 92(2), 157–168. <https://doi.org/10.17129/botsci.55>
- Carmo, F. L., Santos, H. F., Peixoto, R. S., Rosado, A. S., & Araujo, F. V. (2014). Tank bromeliad water: Similar or distinct environments for research of bacterial bioactives? *Brazilian Journal of Microbiology*, 45(1), 185–192. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822014000100024>
- Ceja-Romero, J., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., García-Cruz, J., Mendoza-Ruiz, A., & Pérez-García, B. (2008). Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias*, 91, 34–41.
- Ceusters, J., Borland, A. M., Taybi, T., Frans, M., Godts, C., & De Proft, M. P. (2014). Light quality modulates metabolic synchronization over the diel phases of crassulacean acid metabolism. *Journal of Experimental Botany*, 65(13), 3705–3714. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru185>
- Chaves, C. J. N., Dyonisio, J. C., & Rossatto, D. R. (2016). Host trait combinations drive abundance and canopy distribution of atmospheric bromeliad assemblages. *AoB Plants*, 8, 1–13. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plw010>

- Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., & Chase, M. W. (2017). *Plants of the world: An illustrated encyclopedia of vascular plants*. Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew ; The University of Chicago Press.
- CONAP. (2008). *Guatemala y su Biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-.
- CONAP. (2009). *Listado de Especies Amenazadas -LEA-*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-.
- CONAP. (2019). *El estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en Guatemala*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-.
- Crayn, D. M., Winter, K., & Smith, J. A. C. (2004). Multiple origins of crassulacean acid metabolism and the epiphytic habit in the Neotropical family Bromeliaceae. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *101*(10), 3703–3708. <https://doi.org/10.1073/pnas.0400366101>
- Crayn, Darren M., Winter, K., Schulte, K., & Smith, J. A. C. (2015). Photosynthetic pathways in Bromeliaceae: Phylogenetic and ecological significance of CAM and C₃ based on carbon isotope ratios for 1893 species: Photosynthetic Pathways in Bromeliaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *178*(2), 169–221. <https://doi.org/10.1111/boj.12275>
- Davis, C. C., Willis, C. G., Connolly, B., Kelly, C., & Ellison, A. M. (2015). Herbarium records are reliable sources of phenological change driven by climate and provide novel insights into species' phenological cueing mechanisms. *American Journal of Botany*, *102*(10), 1599–1609. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500237>
- De La Cruz S., J. R. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- de MacVean, A. L., & Monzón, J. (2009). Estudio preliminar de la flora de la Estación Científica “Refugio del Quetzal”, volcán Atitlán, Guatemala. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, *19*, 84–92.
- Dix, M. W., & Dix, M. A. (2006). Diversity, distribution, ecology and economic importance of Bromeliaceae in Guatemala. En E. Cano (Ed.), *Biodiversidad de Guatemala* (Vol. 1). Universidad del Valle de Guatemala.

- Dix, M. W., Palomo-Muñoz, G., & Dix, M. A. (2017). Bromelias del Jardín Botánico del Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, 34, 20–30.
- Ehlers Stuttgart, R. (1987). *Tillandsia harrisii* R. Ehlers spec. Nov. *Die Bromelie*, 3, 34–36.
- Ehlers Stuttgart, R. (2015). *Tillandsia riohondoensis*—A new species within the relationship of *Tillandsia capitata*. *Die Bromelie*, 2, 57–61.
- Ehlers Stuttgart, Renate. (1997). Eine Neubeschreibung von Renate Ehlers—*Tillandsia trigalensis*. *Die Bromelie*, 2–3, 46–48.
- Ehlers Stuttgart, Renate. (2004). *Tillandsia kretzii* Ehlers and Lautner spec. Nov. *Die Bromelie*, 2, 36–38.
- Einzmann, H. J. R., Beyschlag, J., Hofhansl, F., Wanek, W., & Zotz, G. (2014). Host tree phenology affects vascular epiphytes at the physiological, demographic and community level. *AoB PLANTS*, 7, 116. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plu073>
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., & Martínez-Correa, N. (2020). Hechtia BROMELIACEAE. En U. Egli & R. Nyffeler (Eds.), *Monocotyledons* (pp. 997–1032). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56486-8_84
- Espejo-Serna, Adolfo, & López-Ferrari, A. R. (2018). La familia Bromeliaceae en México. *Botanical Sciences*, 96(3), 533–554. <https://doi.org/10.17129/botsci.1918>
- García, M., & Chocano, H. O. (s/f). *CASE STUDY: TILLANDSIA XEROGRAPHICA*. 23.
- García-López, B. L., & Véliz, M. (1998). Estudio de dosel de la selva nublada del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Marioo Dary Rivera”, Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala. *Revista de Ciencia y Tecnología -USAC-*, 3(2), 35–56.
- Gardner, C. S. (1984a). Natural hybridization in “*Tillandsia*” subgenus “*Tillandsia*”. *Selbyana*, 7(2/4), 380–393.
- Gardner, C. S. (1984b). New species and nomenclatural changes in Mexican “*Tillandsia*”—I. *Selbyana*, 7(2/4), 361–379.

- Gardner, C. S. (1986). Preliminary classification of *Tillandsia* based on floral characters. *Selbyana*, 9(1), 130–146.
- 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., & Sytsma, K. J. (2014). Adaptive radiation, correlated and contingent evolution, and net species diversification in Bromeliaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 71, 55–78.
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.10.010>
- Givnish, T. J., Barfuss, M. H. J., Van Ee, B., 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., & Sytsma, K. J. (2011). Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: Insights from an eight-locus plastid phylogeny. *American Journal of Botany*, 98(5), 872–895.
<https://doi.org/10.3732/ajb.1000059>
- Givnish, T., Millam, K., Berry, P., & Sytsma, K. (2007). Phylogeny, Adaptive Radiation, and Historical Biogeography of Bromeliaceae Inferred from *ndhF* Sequence Data. *Aliso*, 23(1), 3–26. <https://doi.org/10.5642/aliso.20072301.04>
- Gómez, M. A., & Winkler, S. (1991). Bromelias en manglares del Pacífico de Guatemala. *Revista de Biología Tropical*, 39(2), 207–214.
- Gomez-Escamilla, N., Téllez-Baños, B., Espejo-Serna, A., & López-Ferrari, A. R. (2017). The use of epiphytic Bromeliads by *Ateles geoffroyi* Kuhl (Primates, Mammalia) in Chiapas, Mexico. *Journal of the Bromeliad Society*, 66(1), 26–33.
- González-Escobar, O. G. (2010). *Caracterización de la flora del Jardín Botánico Nacional, Finca San Luis Buenavista, Palín, Escuintla, Guatemala*. Fundación Defensores de la Naturaleza.
- Granados, X. (2016). *Posición filogenética de las especies de Tillandsia L. (Bromeliaceae, Poales) mexicanas* [Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.1.5091.6088>
- Grant, J. R. (1995). The resurrection of *Alcantarea* and *Werauhia*, a new genus. *Tropische and subtropische Pflanzenwelt*, 91, 1–57.

- Grant, J. R., & Zijlstra, G. (1998). An annotated catalogue of the generic names of the Bromeliaceae. *Selbyana*, 19(1), 91–121.
- Haslam, R., Borland, A., Maxwell, K., & Griffiths, H. (2003). Physiological responses of the CAM epiphyte *Tillandsia usneoides* L. (Bromeliaceae) to variations in light and water supply. *Journal of Plant Physiology*, 160(6), 627–634. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00970>
- Hemsley, W. B. (1882). En F. D. Godman & O. Salvin (Eds.), *Biologia Centrali-Americana: Or contributions to the Knowledge of the Fauna and Flora of Mexico and Central America* (pp. 314–397). R.H. Porter & Dulai and Co.
- Hietz, P., Buchberger, G., & Winkler, M. (2006). Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids. *ECOTROPICA*, 12, 103–112.
- Holst, B. K. (1994). Checklist of venezuelan Bromeliaceae with notes on species distribution by state and levels of enedemism. *Selbyana*, 15(1), 132–149.
- Hornung-Leoni, C. T. (2011). Avances sobre usos etnobotánicos de las Bromeliaceae en Latinoamérica. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 10(4), 297–314.
- Huertas, G., Dix, M. W., Toledo, E., & Bauer, L. (1995). *Guía para 22 especies de Tillandsia de importancia comercial en Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala.
- IARNA-URL. (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida*. Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar (IARNA-URL).
- INAB, CONAP, URL-IARNA, UVG, & MARN. (2012). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2010 y dinámica de la cobertura forestal 2006-2010*. Instituto Nacional de Bosques - INAB.
- Juárez-Fuentes, G. M. (2017). *Efecto de dosis y fuentes nitrogenadas sobre la eficiencia del Ethepon como inductor de floración en piña*. Universidad Rafael Landívar.
- Köhler, G. (2011). *Amphibians of Central America*. Herpeton Verlag Elke Köhler.

- Kratina, P., Petermann, J. S., Marino, N. A. C., MacDonald, A. A. M., & Srivastava, D. S. (2017). Environmental control of the microfaunal community structure in tropical bromeliads. *Ecology and Evolution*, 7(5), 1627–1634. <https://doi.org/10.1002/ece3.2797>
- Krömer, T., García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadoras de la calidad forestal: Impacto antrópico sobre su diversidad y composición. En C. A. González-Zuarth, A. Vallarino, J. C. Pérez-Jímenez, & A. M. Low-Pfeng (Eds.), *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental* (pp. 605–623). El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).
- Krömer, T., Gradstein, S. R., & Acebey, A. (2007). Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 42(1), 23–33.
- Krömer, T., Jimenez, I., & Kessler, M. (2008). Diversity and vertical distribution patterns of vascular epiphytes in the Cordillera Mosestenes, Cochabamba, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 22, 27–38.
- Krömer, T., Kessler, M., & Gradstein, S. R. (2007). Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: The importance of the understory. *Plant Ecology*, 189(2), 261–278. <https://doi.org/10.1007/s11258-006-9182-8>
- Ladino, G., Ospina-Bautista, F., Estévez Varón, J., Jerabkova, L., & Kratina, P. (2019). Ecosystem services provided by bromeliad plants: A systematic review. *Ecology and Evolution*, 9(12), 7360–7372. <https://doi.org/10.1002/ece3.5296>
- Lautner, J. (2004). Einer neue Tillandsierart aus Guatemala. *Die Bromelie*, 2, 39–40.
- Lounibos, J. H., & Frank, L. P. (2009). Insects and allies associated with bromeliads: A review. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 1, 125–153. <https://doi.org/10.1163/187498308X414742>
- Males, J. (2016). Think tank: Water relations of Bromeliaceae in their evolutionary context. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(3), 415–440. <https://doi.org/10.1111/boj.12423>
- Males, J., & Griffiths, H. (2017). Functional types in the Bromeliaceae: Relationships with drought-resistance traits and bioclimatic distributions. *Functional Ecology*, 31(10), 1868–1880. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12900>

- Martin, C. E. (1994). Physiological ecology of the Bromeliaceae. *The Botanical Review*, 60(1), 1–82. <https://doi.org/10.1007/BF02856593>
- Martínez-Márquez, D. A. (2017). *Diferenciación de dos poblaciones de Tillandsia guatemalensis L.B. Sm. (Bromeliaceae) en Guatemala por medio de caracteres morfológicos*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Martínez-Melgar, D. E. (1998). *Red de cuatro estaciones de observación botánica y un sendero interpretativo en el trayecto ascendente de Gualán a la Unión, Zacapa*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Miller, G. A., & Silander, J. A. (1991). Control of the Distribution of Giant Rosette Species of Puya (Bromeliaceae) in the Ecuadorian Paramos. *Biotropica*, 23(2), 124. <https://doi.org/10.2307/2388297>
- Mondragón, D. (2008). La comercialización navideña de bromelias epífitas en la ciudad de Oaxaca, México. *Etnobiología*, 6(1), 24–28.
- Mondragón-Chaparro, D., & Ticktin, T. (2011). Demographic Effects of Harvesting Epiphytic Bromeliads and an Alternative Approach to Collection: Use and Conservation of Epiphytic Bromeliads. *Conservation Biology*, 25(4), 797–807. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01691.x>
- Monzón-Sierra, J., & Dix, M. W. (2018). *Reserva Natural Privada Refugio del Quetzal, Volcán Atitlán*. Guatemala.
- Müller, L.-L. B., Albach, D. C., & Zotz, G. (2018). Growth responses to elevated temperatures and the importance of ontogenetic niche shifts in Bromeliaceae. *New Phytologist*, 217(1), 127–139. <https://doi.org/10.1111/nph.14732>
- Orozco-Castillo, C. A. (2011). *Propagación in vivo e in vitro de cinco especies del género Tillandsia en vías de extinción y de potencial uso sustentable*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Orozco-Ibarrola, O. A., Flores-Hernández, P. S., Victoriano-Romero, E., Corona-López, A. M., & Flores-Palacios, A. (2015). Are breeding system and florivory associated with the abundance of Tillandsia species (Bromeliaceae): Breeding System and Florivory.

Botanical Journal of the Linnean Society, 177(1), 50–65.
<https://doi.org/10.1111/boj.12225>

Palací, C. A. (1997). *A systematic revision of the genus Catopsis (Bromeliaceae)*. [Ph.D. Dissertation]. University of Wyoming, Department of Botany.

Palací, C. A., Brown, G. K., & Tuthill, D. E. (2004). Vegetative morphology and leaf anatomy of *Catopsis* (Tillandsioideae Bromeliaceae). *Selbyana*, 25(1), 138–150.

Pinzón, J. P., Ramírez-Morillo, I. M., Carnevali, G., Till, W., Butcher, D., & Ortiz-Díaz, J. J. (2019). Taxonomic Treatment of the *Tillandsia utriculata* Complex (Bromeliaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 104(2), 262–323.
<https://doi.org/10.3417/2019315>

Pöll, E., & Díaz, A. N. (1989). Inventario de helechos, bromelias, palmas y lianas presentes en la cuenca del río Chocón-Machacas. *Revista Científica USAC*, 3(1), 5.

Ramírez-Morillo, I. M., Chi-May, F., Carnevali, G., & May-Pat, F. (2009). It takes two to tango: Self incompatibility in the bromeliad *Tillandsia streptophylla* (Bromeliaceae) in Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 761–770. <https://doi.org/10.15517/rbt.v57i3.5490>

Richardson, B. A. (1999). The Bromeliad Microcosm and the Assessment of Faunal Diversity in a Neotropical Forest1. *Biotropica*, 31(2), 321–336. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00144.x>

Romand-Monnier, F. (2013). *Hohenbergiopsis guatemalensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013.

Schulte, K., Barfuss, M. H. J., & Zizka, G. (2009). Phylogeny of Bromelioideae (Bromeliaceae) inferred from nuclear and plastid DNA loci reveals the evolution of the tank habit within the subfamily. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 51(2), 327–339.
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.02.003>

Schulte, K., Horres, R., & Zizka, G. (2005). Molecular phylogeny of Bromelioideae and its implications on biogeography and evolution of CAM in the family (Poales, Bromeliaceae). *Senckenbergiana Biologica*, 85(1), 1–14. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(97\)70976-X](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(97)70976-X)

- Schürmann, C., Gouda, E., & Hromadnik, L. (2004). *Report of a short study of Tillandsia xerographica in Guatemala, 17-24 January 2004* (Núm. 8; Fourteenth Meeting of the Plants Committee Windhoek (Namibia), 16-20 February 2004, p. 9). CITES.
- Schütz, N., Krapp, F., Wagner, N., & Weising, K. (2016). Phylogenetics of Pitcairnioideae s.s. (Bromeliaceae): Evidence from nuclear and plastid DNA sequence data. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(3), 323–342. <https://doi.org/10.1111/boj.12403>
- Sigal-Burette, M. C. (2004). *Efecto de la extracción de productos no maderables (bromelias ornamentales) sobre la diversidad de epifitas vasculares del manglar de Río Sarstún, Livingston, Izabal, Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Simpson, M. G. (2010). *Plant Systematics* (2a ed.). Elsevier Inc.
- Smith, L. B. (1958). Bromeliaceae. En P. C. Standley & J. A. Steyermark (Eds.), *Flora of Guatemala* (Vol. 1, pp. 380–478).
- Smith, L. B., & Downs, R. J. (1974). Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*, 14(1), 1–660.
- Smith, L. B., & Downs, R. J. (1977). Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*, 14(2), 663–1492.
- Smith, L. B., & Downs, R. J. (1979). Bromelioideae. *Flora Neotropica*, 14(3), 1493–2142.
- Smith, L. B., & Till, W. (1998). Bromeliaceae. En K. Kubitzki (Ed.), *Flowering Plants · Monocotyledons* (pp. 74–99). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-03531-3_8
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2007). *Ecología* (6a ed.). Pearson.
- Soltis, D. E., Gilmartin, A. J., Rieseberg, L., & Gardner, S. (1987). Genetic Variation in the Epiphytes *Tillandsia ionantha* and *T. recurvata* (Bromeliaceae). *American Journal of Botany*, 74(4), 531–537. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1987.tb08673.x>
- Stefano, M., Papini, A., & Brighigna, L. (2006). A new quantitative classification of ecological types in the bromeliad genus *Tillandsia* (Bromeliaceae) based on trichomes. *Revista de Biología Tropical*, 56(1). <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i1.5518>

- Till, W. (1992). A well-known new species: *Tillandsia fuchsii*. *Journal of the Bromeliad Society*, 42(3), 99–102.
- Till, W., & Schatzl, S. (1981). Eine neue *Tillandsia*-Art aus Südmexico: *T. kolbii* (Bromeliaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 138, 259–262.
- Toledo-Lima, E. R. (1997). *Fitodistribución de epífitas del género Tillandsia L. (Bromeliaceae: Tillandsioideae) en la cuenca del Río Jones, Sierra de las Minas*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- UNEP-WCMC. (2016). *Review of species selected on the basis of the Analysis of 2016 CITES export quotas*. UNEP-WCMC.
- Utlley, J. F. (1983). A revision of the Middle American thecophylloid vrieseas (Bromeliaceae). *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 24(1), 1–81.
- Utlley, J. F. (1994). Bromeliaceae. En M. S. Davidse & A. Chater (Eds.), *Flora Mesoamericana vol. 6. Alismataceae a Cyperaceae* (pp. 89–156).
- Utteridge, T., & Bramley, G. (2016). *The Kew Tropical Plant Families Identification Handbook: Second Edition*. (2a ed.). Royal Botanic Gardens, Kew.
<https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5811431>
- Véliz, M. (1998). Composición florística de la meseta alta de la Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango, Guatemala. *Revista de Ciencia y Tecnología -USAC-*, 3(2), 11–34.
- Véliz, M. (1999). Epífitas del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera”, Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala. *Revista de Ciencia y Tecnología -USAC-*, 4(1), 9–19.
- Véliz, M. (2000). La vegetación del volcán de Acatenango, Guatemala. *Revista de Ciencia y Tecnología -USAC-*, 5(1 y 2), 3–168.
- Véliz, M. (2010). *Guía de Reconocimiento del Género Tillandsia de Guatemala*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-.

- Véliz, M., Gallardo-Pérez, N. R., Vázquez-Gil, M. G., & Luarca-Soberanis, R. (2001). La vegetación montana de Guatemala. *Revista de Ciencia y Tecnología -USAC-*, 6(1), 3–61.
- Véliz, M., López, J., Velásquez, L., Maza, A., Ambrocio, A. L., & Archila, F. (2014). *Guía para el reconocimiento de las plantas Endémicas de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Véliz, M., Ramírez, F., Cobar, A. J., & García, M. (2003). *La diversidad Florística del Monte Espinoso de Guatemala*. USAC.
- Viñals, J., Véliz, M., Barillas, R., & Paniagua, H. (2001). Estudio de la composición florística de las cimas de los volcanes Agua, Acatenango, Fuego, Atitlán, Zunil, Santo Tomás (Pecúl), Santa María, Tajumulco y Tacaná, en la República de Guatemala. *Revista de Ciencia y Tecnología -USAC-*, 6(2), 3–20.
- Wagner, K., Mendieta-Leiva, G., & Zotz, G. (2015). Host specificity in vascular epiphytes: A review of methodology, empirical evidence and potential mechanisms. *AoB PLANTS*, 7, 1–25. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plu092>
- Wagner, N. D., Wöhrmann, T., Öder, V., Burmeister, A., & Weising, K. (2015). Reproduction biology and chloroplast inheritance in Bromeliaceae: A case study in *Fosterella* (Pitcairnioideae). *Plant Systematics and Evolution*, 301(9), 2231–2246. <https://doi.org/10.1007/s00606-015-1226-x>
- Yat Mó, W. D. (2017). *Colección de especies del género Tillandsia de la familia Bromeliaceae en el orquideario de la granja de la carrera de Agronomía del Centro Universitario del Norte, ubicado en la finca Sachamach, Cobán, Alta Verapaz*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

XI. ANEXOS

ANEXO 1. Referencias de los trabajos previos relacionados a la Familia Bromeliaceae en Guatemala, organizados por orden cronológico y por el tema que abarcan.

No	Tema	Título	Cita
1	Caracterización Florística	Biología Centrali-Americana; or contributions to the knowledge of the Fauna and Flora of Mexico and Central America	(Hemsley 1882)
2	Guía de identificación	Bromeliaceae	(Smith 1958)
3	Guía de Identificación	Pitcairnioideae (Bromeliaceae)	(Smith y Downs 1974)
4	Guía de Identificación	Tillandsioideae (Bromeliaceae)	(Smith y Downs 1977)
5	Descripción de especie nueva	<i>Tillandsia harrisii</i> R. Ehlers spec. nov.	(Ehlers Stuttgart 1987)
6	Guía de Identificación	Bromelioideae (Bromeliaceae)	(Smith y Downs 1979)
7	Caracterización Florística	Inventario de helechos, bromelias, palmas y lianas presentes en la cuenca del río Chocón-Machacas	(Pöll y Díaz 1989)
8	Caracterización Florística	Bromelias en manglares del Pacífico de Guatemala	(Gómez y Winkler 1991)
9	Guía de Identificación	Bromeliaceae	(Utley 1994)
10	Cultivo <i>in vitro</i>	El uso de cultivo de tejidos vegetales para la micropropagación de <i>Tillandsia ionantha</i> scaposa y <i>Tillandsia magnusiana</i>	(Bressani-Herman 1994)
11	Guía de Identificación	Guía para 22 especies de <i>Tillandsia</i> de importancia comercial en Guatemala	(Huertas <i>et al.</i> 1995)
12	Caracterización Florística	Fitodistribución de epífitas del género <i>Tillandsia</i> L. (Bromeliaceae: Tillandsioideae) en la cuenca del Río Jones, Sierra de las Minas	(Toledo-Lima 1997)
13	Caracterización Florística	Composición florística de la meseta alta de la Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango, Guatemala	(Véliz 1998)
14	Caracterización Florística	Estudio de dosel de la selva nublada del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Lic. Mario Dary Rivera", Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala	(García-López y Véliz 1998)

No	Tema	Título	Cita
15	Caracterización Florística	Red de cuatro estaciones de observación botánica y un sendero interpretativo en el trayecto ascendente de Gualán a la Unión, Zacapa	(Martínez-Melga, 1998)
16	Caracterización Florística	Epífitas del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Lic. Mario Dary Rivera", Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala	(Véliz 1999)
17	Caracterización Florística	La vegetación del volcán de Acatenango, Guatemala	(Véliz 2000)
18	Bioprospección	Actividad biocida de plantas detectadas por etnobotánica y bioprospección en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas	(Cáceres <i>et al.</i> 2001)
19	Caracterización Florística	Estudio de la composición florística de las cimas de los volcanes Agua, Acatenango, Fuego, Atitlán, Zunil. Santo Tomás (Pecúl), Santa María, Tajumulco y Tacaná, en la República de Guatemala	(Viñals, Véliz, Barillas y Paniagua 2001)
20	Caracterización Florística	La vegetación montana de Guatemala	(Véliz, Gallardo-Pérez, Vázquez-Gil y Luarca-Soberanis 2001)
21	Caracterización Florística	Especies de flora endémica y amenazada de la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil y Biotopo Chocón Machacas para la conservación del Manatí, Izabal, Guatemala	(Barrios 2003)
22	Caracterización Florística	La diversidad Florística del Monte Espinoso de Guatemala	(Véliz, Ramírez, Cobar y García 2003)
	Bioindicadores	Efecto de la extracción de productos no maderables (bromelias ornamentales) sobre la diversidad de epífitas vasculares del manglar de Río Sarstún, Livingston, Izabal, Guatemala	(Sigal-Burette 2004)
23	Descripción de especie nueva	Einer neue Tillandsienart aus Guatemala	(Lautner 2004)
24	Descripción de especie nueva	Tillandsia kretzii Ehlers and Lautner spec.nov.	(Ehlers Stuttgart 2004)
25	Revisión de la familia y Checklist	Diversity, distribution, ecology and economic importance of Bromeliaceae in Guatemala	(Dix y Dix 2006)
26	Caracterización Florística	La familia Bromeliaceae en el área de la Cuenca del Lago de Atitlán, Sololá, Guatemala	(Álvarez-Ruano 2007)
27	Caracterización Florística	Estudio preliminar de la flora de la estación científica "Refugio del Quetzal", Volcán Atitlán, Guatemala	(de MacVean y Monzón 2009)

No	Tema	Título	Cita
28	Caracterización Florística	Caracterización de la flora del Jardín Botánico Nacional, Finca San Luis Buenavista, Palín, Escuintla, Guatemala	(González-Escobar 2010)
29	Georeferenciación de colección	Georeferenciación de los especímenes de la familia Bromeliaceae depositados en el Herbario Paul C. Standley	(Alfonso 2010)
30	Guía de Identificación	Guía de reconocimiento del género Tillandsia en Guatemala	(Véliz 2010)
31	Cultivo <i>in vitro</i>	Propagación <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> de cinco especies del género Tillandsia en vías de extinción y potencial uso sustentable	(Orozco-Castillo, 2011)
32	Guía de identificación	Guía para el reconocimiento de las plantas endémicas de Guatemala	(Véliz <i>et al.</i> 2014)
33	Revisión CITES	Review of species selected on the basis of the Analysis of 2016 CITES export quotas	(UNEP-WCMC 2016)
34	Caracterización Florística	Bromelias del Jardín Botánico del Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala	(Dix, Palomo-Muñoz y Dix 2017)
35	Caracterización Florística	Caracterización de la diversidad de bromelias epífitas en tres zonas de vida de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán.	(Barrios-Montenegro 2017)
36	Caracterización Florística	Colección de especies del género Tillandsia de la familia Bromeliaceae en el orquideario de la granja de la carrera de Agronomía del Centro Universitario del Norte, ubicado en la finca Sachamach, Cobán, A.V.	(Yat Mó 2017)
37	Morfometría poblacional	Diferenciación de dos poblaciones de Tillandsia guatemalensis L.B. Sm. (Bromeliaceae) en Guatemala por medio de caracteres morfológicos.	(Martínez-Márquez 2017)
38	Revisión Taxonómica	Taxonomic treatment of the Tillandsia utriculata complex (Bromeliaceae)	(Pinzón <i>et al.</i> 2019)

En el Anexo 1, se enlistan cronológicamente todos los documentos relacionados con Bromeliaceae en Guatemala. Los documentos disponibles electrónicamente o en una versión impresa, contienen el título, los autores y el año de publicación. También se han categorizado los documentos por el tema que tratan: caracterización florística de un ecosistema, guías de identificación, descripción de especies nuevas, cultivo *in vitro*, bioprospección, revisión de la familia, georeferenciación de colección, y revisión de CITES.

ANEXO 2. Ejemplo de un a) espécimen de herbario con su etiqueta respectiva a su registro o voucher, y b) su información de colecta.



ANEXO 3. Base de datos con la información de la etiqueta en cada espécimen registrado por cada herbario.

No.	Numero de Registro	Género	Especie	Departamento	Localidad	Código Colecta	Colector	Fecha de Colecta	Determinado por	Fecha Determinación	Latitud (°N)	Longitud (°O)	Altitud	Observaciones

A continuación, en el Anexo 4, se presenta el listado de las 154 especies presentes o reportadas para Guatemala. Cada una tiene el nombre de la especie con el género y el epíteto específico en itálicas, el autor, la revista o documento de publicación, el número y/o volumen de documento, y el año en el que se publicó. Se incluye información de su hábito: terrestre (T), saxícola (S) o epífita (E), y si tienen una distribución endémica nacional o regional. Además, está la información de los departamentos en los que se ubica: Alta Verapaz (AV), Baja Verapaz (BV), Chimaltenango (Cm), Chiquimula (Cq), El Progreso (EP), Escuintla (Es), Guatemala (Gt), Huehuetenango (Hu), Izabal (Iz), Jalapa (Ja), Jutiapa (Ju), Petén (Pe), Quetzaltenango (Qz), Quiché (Qi), Retalhuleu (Re), Sacatepéquez (Sc), San Marcos (SM), Santa Rosa (SR), Sololá (So), Suchitepéquez (Su), Totonicapán (To) y Zacapa (Za).

ANEXO 4. Listado de las especies de Bromeliaceae presentes o reportadas para Guatemala.

1. *Aechmea bracteata* (Sw.) Griseb, Fl. Brit. W. I.: 592 (1864).
Sinónimos: *A. shiedeana* Schltdl., *A. laxiflora* Benth., *A. regularis* Baker, *A. micrantha* Brongn. ex André, *A. barleii* Baker, *A. isabelina* Baker.
Hábito: E o S. **Departamentos:** AV (BIGU-MV25365), Iz (UVAL-CS27), Pe (BIGU-LV271), SR (BIGU-E. Sacayón).
2. *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker ex Benth. & Hook.f., Gen. Pl. 3:664 (1883).
Sinónimos: *Tillandsia bromeliifolia* Rudge.
Hábito: S o E. **Departamentos:** Pe (MO-F. Ramírez).
3. *Aechmea iguana* Wittm., Beibl. Bot. Jahrb. Syst. 32.3 (1891).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Qz (B-Ber noiulli y Cario 695). **Endémica Nacional.**
4. *Aechmea lueddemanniana* (K. Koch) Brongn. ex Mez en H.G.A.Engler (ed.), Pflanzenr., IV, 32:120 (1934).
Sinónimos: *Pironneava lueddemanniana* K. Koch, *Lamprococcus caerulescens* Regel, *Aechmea caerulescens* Baker.
Hábito: E o T. **Departamentos:** AV (UVAL-CDC/CECON358).
5. *Aechmea magdalena* (André) André ex Baker, Handb. Bromel.: 65 (1889).
Sinónimos: *Chevalliera magdalena* André, *Bromelia magdalena* C.H. Wright, *Ananas magdalena* Standl. ex Standl & Cald.
Hábito: T o S. **Departamentos:** Pe (BIGU-MV18097), Qz (MO-J. Morales).
6. *Aechmea mexicana* Baker, J. Bot. 17: 165 (1879).
Sinónimos: *A. bernoulliana* Wittm.
Hábito: E. **Departamentos:** SM (Flora of Guatemala).
7. *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb., Fl. Brit. W. I.; 593 (1864).
Sinónimos: *Bromelia nudicaulis* L.
Hábito: E o S. **Departamentos:** AV (GH-50781), Hu (obs.pers. R.Grajeda-Estrada).
8. *Aechmea tillandsioides* (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Baker, J. Bot. 17: 134 (1879).
Sinónimos: *A. kienastii* é. Morren ex Mex, *A. squarrosa* Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-DR80), Iz (BIGU-MV19618), Pe (BIGU-LV46).
9. *Ananas comosus* (L.) Merr., Interpr. Herb. Amboin.: 133 (1917).
Sinónimos: *Bromelia ananas* L., *B. comosa* L., *Ananassa sativa* Lindl., *Ananas sativus* Schult., *A. ananas* Voss.
Hábito: T. **Departamentos:** Gt (WU-W. Till), Sc (U-W. Till), So (F-37390).
10. *Androlepis skinneri* (K. Koch) Brongn. ex Houlet, Rev. Hort. (Paris) 42: 12 (1870).
Sinónimos: *Androlepis donnell-smithii* (Baker) Mez, *Aechmea donnell-smithii* Baker, *A. leucostachys* Baker, *A. skinneri* Baker, *Pothuava skinneri* K. Koch, *Billbergia skinneri* K. Koch.
Hábito: E, S, o T. **Departamentos:** AV (BIGU-PP9), Iz (BIGU-MV21062).
11. *Billbergia pallidiflora* Liebm., Index Seminum (C, Hauniensi) 1854: 26 (1854).
Sinónimos: *B. mexicana* Mez, *B. chiapensis* Matuda, *B. oaxacana* Matuda.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-ES60), EP (BIGU-JVQ1350), Hu (BIGU-MV17427).

12. *Billbergia viridiflora* H.L. Wendl., Allg. Gartenzeitung 22: 154 (1854).
Sinónimos: N/A
Hábito: E o S. **Departamentos:** AV (BIGU-E. Sacayón), Hu (BIGU-LV2290), Iz (BIGU-EM22804), Pe (BIGU-C.L. Lundell2653).
13. *Bromelia alsodes* H. St. John, Taxon 14: 29 (1965).
Sinónimos: *B. sylvestris* Willd. ex Link, *Agallostachys sylvestris* Beer.
Hábito: T o S. **Departamentos:** Reportada para Guatemala, pero no hay colectas en las instituciones revisadas.
14. *Bromelia hemisphaerica* Lam., Encycl. 1: 145 (1783).
Sinónimos: *B. wercklei* Mez, *B. tejupilcana* Matuda, *B. humilis* var. *hemisphaerica* (Lam.) Steudel.
Hábito: T o S. **Departamentos:** Guatemala se encuentra dentro de su rango de distribución pero no hay colectas en el país.
15. *Bromelia karatas* L., Sp. Pl.: 285 (1753).
Sinónimos: *Karatas plumieri* É. Morren, *Bromelia plumieri* (É. Morren) L.B. Sm.
Hábito: T o S. **Departamentos:** AV (BIGU-JVQ5219), EP (MO-N. Martínez Correa), Hu (BIGU-MV17383), Iz (IBUNAM-L.B. Smith).
16. *Bromelia pinguin* L., Sp. Pl.: 285 (1753).
Sinónimos: *Karatas pinguin* (L.) Mill., *Ananas pinguin* (L.) Gaertn., *Agallostachys pinguin* (L.) Beer.
Hábito: T o S. **Departamentos:** EP (BIGU-JVL1228), SR (BIGU-FB148), Za (BIGU-AC20).
17. *Catopsis berteroniana* (Schult. & Schult.f.) Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 621 (1896).
Sinónimos: *Tillandsia berteroniana* Schult. & Schult.f., *Pogospermum berteronianum* (Schult. & Schult.f.) Brongn., *T. pendula* Thunb. ex C.F. Gaertn.
Hábito: E. **Departamentos:** BV (USCG-PT14901), Gt (USCG-R. Barahona), Hu (USCG-MP1352), Iz (UVAL-CS25).
18. *Catopsis delicatula* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 117: 4 (1937).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Es (IBUNAM-M. García), Iz (BIGU-MV20487), Qz (MO-N. Martínez Correa), Re (MO-E.J. Gouda), Su (US-W.A. Kellerman4592).
19. *Catopsis floribunda* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 177: 5 (1937).
Sinónimos: *Pogospermum floribundum* Brongn.
Hábito: E. **Departamentos:** BV (obs. pers. R. Grajeda-Estrada), Cm (BIGU-ARB026).
20. *Catopsis glaucophylla* Palaci referencia ineditada.
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Gt (UVAL-M. Dix), Ja (F-Steyermark32540).
21. *Catopsis juncifolia* Mez & Wercklé, Bull. Herb. Boissier, sér. 2, 4: 1124 (1904).
Sinónimos: *C. lundelliana* L.B. Sm.
Hábito: E. **Departamentos:** Iz (BIGU-A. Martínez).
22. *Catopsis minimiflora* Matuda, Cact. Suc. Mex. 20: 44 (1975).
Sinónimos: *Tillandsia patriae* Rau.
Hábito: E. **Departamentos:** Gt (IBUNAM-s.n.), Su (USCG-Croat43759). **Endémica Regional.**

23. *Catopsis montana* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 117: 6 (1937).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** BV (UVAL-M.W. Dix), Cq (BIGU-PH72), Gt (UVAL-M.W. Dix), Ja (MO-J. Morales), So (UVAL-S.Secaira), Su (obs. pers. M.R. Álvarez).
24. *Catopsis morreniana* Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 628 (1896).
Sinónimos: *C. bakeri* Mez, *C. brevifolia* Mez & Wercklé.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-B. Larson), BV (BIGU-CBJ MNR95.5258), Gt (UVAL-M.W. Dix), Hu (IBUNAM-s.n.), Iz (USCG-JM2872), Pe (US-Lundell16526), Za (UVAL-B. Larson).
25. *Catopsis nitida* (Hook.) Griseb., Fl. Brit. W. I.: 599 (1864).
Sinónimos: *C. inconspicua* (Brongn.) Baker, *Tillandsia nitida* Hook., *Tussacia nitida* (Hook.) Beer, *Pogospermum nitidum* (Hook.) Brongn.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (MICH-s.n.), BV (UVAL-F2137), Hu (USCG-SL1472), Iz (USCG-PT14906).
26. *Catopsis nutans* (Sw.) Griseb., Fl. Brit. W. I.: 599 (1864).
Sinónimos: *Tillandsia nutans* Sw., *Pogospermum nutans* (Sw.) Brongn., *T. vitellina* Klotzsch, *C. fulgens* Griseb., *C. stenopetala* Baker, *C. vitellina* (Klotzsch) Baker, *C. tenella* Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (WU-A. Espejo Serna), BV (WU- W. Till), Cq (EAP-s.n.), Gt (BIGU-JV459), Hu (USCG-SL1360), Iz (USCG-AND1157), Ju (BIGU-LV952), Qz (AGUAT-GR205), Re (UVAL-D. Martínez), Sc (BIGU-MV96.553), SM (MO-J. Morales), So (UVAL-52P).
27. *Catopsis oerstediana* Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 630 (1896).
Sinónimos: *C. hahnii* Baker en “Flora of Guatemala”.
Hábito: E. **Departamentos:** Reportada para Guatemala, pero no hay colectas en las instituciones revisadas.
28. *Catopsis paniculata* É. Morren en L.Jacob-Makoy, Cat. Hort. 1883(Oct.): 121 (1883).
Sinónimos: *C. hahnii* Baker, *C. pendula* Baker, *C. mexicana* L.B. Sm.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (USCG-PT14678), BV (USCG-PT14899), Gt (BIGU-LV1360), Hu (BIGU-AVPP496), Iz (USCG-J. Morales), Ja (obs. pers. M. Maldonado), Pe (USCG-H. Droege), Qi (USCG-RA3041), SM (BIGU-OC80), So (UVAL-32P), Za (UVAL-D. Martínez).
29. *Catopsis pedicellata* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 154: 34 (1945).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (IBUNAM-M. Véliz), SM (F-Steyermark31641).
30. *Catopsis sessiliflora* (Ruiz & Pav.) Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 625 (1896).
Sinónimos: *Tillandsia sessiliflora* Ruiz & Pav., *T. apricoides* Schltdl. & Cham., *C. apricoides* (Schltdl. & Cham.) Baker, *C. aloides* (Schltdl. & Cham.) Baker, *C. modesta* F.Muell., *C. schindleri* Mez & Wercklé.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (US-HJ570), Hu (MO-E.J. Gouda), Iz (USCG-PT14921), Ja (obs. pers. M. Maldonado), Pe (BIGU-MV99.7429), Qz (US-16526), Re (UVAL-AGM14), SR (UVAL-HC165), Su (BIGU-EC025), Za (UVAL-D. Martínez).

31. *Catopsis subulata* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 114: 5 (1936).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** BV (BIGU-CBJMNR95.5252), So (UVAL-M.W. Dix), Za (UVAL-M.W. Dix).
32. *Catopsis wangerinii* Mez & Wercklé, Bull. Herb. Boissier, sér. 2, 4: 1125 (1904).
Sinónimos: *C. pusilla* Mez & Wercklé, *C. cucullata* L.B. Sm., *C. tritícea* L.B. Sm.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-PT14691), BV (USCG-JJ1032), Re (UVAL-D. Martínez), Sc (USCG-MV14151).
33. *Catopsis wawreana* Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 626 (1896).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-HF184). **Endémica Regional**
34. *Fosterella micrantha* (Lindl.) L.B. Sm., Phytologia 7: 171 (1960).
Sinónimos: *Lindmania micrantha* (Lindl.) L.B. Sm., *Lindmania neogranatensis* (Baker) Mez, *Pitcairnia micrantha* Lindl.
Hábito: T. **Departamentos:** Es (IBUNAM-s.n.), Re (F-29797), SM (BIGU-LV4829), So (USDA), Su (MO-J. Utley).
35. *Greigia steyermarkii* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 154: 35 (1945).
Sinónimos: N/A
Hábito: T o S. **Departamentos:** AV (BIGU-MJP105), BV (UVAL-MWD11), Hu (BIGU-AVPP504), Qi (BIGU-ET72), SM (BIGU-MV16755), Za (BIGU-CC418). **Endémica Nacional.**
36. *Guzmania lingulata* (L.) Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 899 (1896).
Sinónimos: *Tillandsia lingulata* L., *Caraguata lingulata* (L.) Lindl., *T. clavata* D.Diert.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (MICH-s.n.).
37. *Guzmania nicaraguensis* Mez & C.F. Baker, Bull. Torrey Bot. Club 30: 436 (1903).
Sinónimos: *G. bracteosa* Donn.Sm.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (MICH-s.n.), BV (IBUNAM-M. Véliz), Cq (BIGU-MV15907), Hu (USCG-JM4034), Iz (UVAL-M.W. Dix), Qi (USCG-MP2280).
38. *Guzmania scherzeriana* Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 949 (1896).
Sinónimos: *G. guatemalensis* L.B. Sm., *G. herthae* Harms, *G. superba* Suess.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (MO-s.n.), Hu (BIGU-MV16442).
39. *Hechtia dichroantha* Donn.Sm., Bot. Gaz. 42: 299 (1906).
Sinónimos: *Mesoamerantha dichroantha* (Donn.Sm.) I. Ramírez & K. Romero.
Hábito: T o S. **Departamentos:** BV (IBUNAM- A. Espejo Serna), Cq (BIGU-MV22806). **Endémica Regional.**
40. *Hechtia glomerata* Zucc., Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss. 3: 240 (1843).
Sinónimos: *Dasyllirion pitcairniifolium* Karw. ex Zucc., *H. ghiesbreghtii* Lem., *H. gamopetala* Mez, *H. morreniana* Mez.
Hábito: T o S. **Departamentos:** EP (UVAL-M.W. Dix), Gt (IBUNAM-s.n.), Hu (USCG-MP1676).

41. *Hechtia guatemalensis* Mez, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 3: 14 (1906).
Sinónimos: *Mesoamerantha guatemalensis* (Mez) I. Ramírez & K. Romero.
Hábito: T o S. **Departamentos:** BV (WU-W. Till), EP (BIGU-MG330), Gt (US-391), Qi (BIGU-MV19745), Za (USCG-JJ2303).
42. *Hepetis longibracteata* Bouché ex Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 974 (1896).
Sinónimos: *Pitcairnia longibracteata* Bouché ex Mez.
Hábito: sin información. **Departamentos:** sin información, descripción a partir de material cultivado.
43. *Hohenbergiopsis guatemalensis* (L.B. Sm.) L.B. Sm. & Read, Phytologia 33: 440 (1976).
Sinónimos: *Hohenbergia guatemalensis* L.B. Sm.
Hábito: E, S o T. **Departamentos:** AV (BIGU-CC351), BV (USCG-EM23008), Iz (BIGU-CC556), Za (UVAL-M.W. Dix). **Endémica Regional.**
44. *Lemeltonia monadelpha* (É. Morren) Barfuss & W. Till, Phytotaxa 279: 42 (2016).
Sinónimos: *Tillandsia monadelpha* (É. Morren) Baker, *Phytarrhiza monadelpha* É. Morren, *T. graminifolia* Baker, *Catopsis alba* É. Morren ex Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** Iz (USCG-PT14982), Pe (MO-s.n.).
45. *Pitcairnia atrorubens* (Beer) Baker, J. Bot 19: 307 (1881).
Sinónimos: *Phlomostachys atrorubens* Beer, *Neumannia artrorubens* (Beer) K. Koch, *Hepetis artrorubens* (Beer) Mez, *P. lamarcheana* É. Morren ex Baker, *P. lindenii* Baker.
Hábito: S. **Departamentos:** AV (US-Tuerckheim220).
46. *Pitcairnia calderonii* Standl. & L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 98: 8 (1932).
Sinónimos: *P. purpusii* L.B. Sm.
Hábito: S. **Departamentos:** Es (AGUAT-DCP10), Za (UVAL-M.W. Dix).
47. *Pitcairnia carioana* Wittm., Beibl. Bot. Jahrb. Syst. 32: 4 (1891).
Sinónimos: *Hepetis carioana* (Wittm.) Mez
Hábito: E o S. **Departamentos:** Iz (IBUNAM-s.n.), Qz (USCG-2449). **Endémica Regional.**
48. *Pitcairnia flagellaris* L.B. Sm., Contr. U.S. Natl. Herb. 29: 280 (1949).
Sinónimos: N/A
Hábito: S. **Departamentos:** BV (USCG-JJ935). **Endémica Nacional.**
49. *Pitcairnia flexuosa* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 114: 6 (1936).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Es (US-Lankester1783).
50. *Pitcairnia heterophylla* (Lindl.) Beer, Fam. Bromel.: 68 (1856).
Sinónimos: *Puya heterophylla* Lindl., *Puya longifolia* C. Morren, *Pitcairnia cernua* Kunth & C.D. Bouché.
Hábito: S o E. **Departamentos:** BV (UVAL-WEH2198), Cq (BIGU-LV2253), Es (BIGU-TC94), Gt (BIGU-JV565), Iz (USCG-FM118), Ja (BIGU-LV5138), Qz (USCG-MC218), Sc (BIGU-MV16606), SM (BIGU-LV685), SR (BIGU-LV823), So (UVAL-EP470), Su (obs. pers. M.R. Álvarez), Za (UVAL-E. Toledo).

51. *Pitcairnia imbricata* (Brongn.) Regel, Gartenflora 17: 135 (1868).
Sinónimos: *Neumannia imbricata* Brongn., *P. ochroleuca* (K. Koch & C.D. Bouché) Baker, *P. hemsleyana* (Mez) Mez, *P. petiolata* Baker.
Hábito: T, S o E. **Departamentos:** AV (BIGU-MV17733), Cm (EAP-s.n.), Cq (EAP-s.n.), Gt (AGUAT-JM1191), Hu (USCG-JM3982), Iz (USCG-AND1189), Ja (MO-C.A. Palaci), Qi (USCG-MG1764), Sc (UM-L.A. McHargue), SR (BIGU-JV2458), Su (BIGU-GC5), Za (BIGU-CC418).
52. *Pitcairnia puberula* Mez & Donn.Sm., Bot. Gaz. 19: 264 (1894).
Sinónimos: *Hepetis puberula* (Mez & Donn.Sm.) Mez
Hábito: S o T. **Departamentos:** SR (F-43519).
53. *Pitcairnia punicea* Scheidw., Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles 9(1): 25 (1842).
Hábito: S. **Departamentos:** AV (UVAL-R. Grajeda-Estrada) Iz (USCG-JM1972), Pe (UVAL-WEH5724).
54. *Pitcairnia recurvata* (Scheidw.) K. Koch, Index Seminum (B, Berolinensis) 1857(App.): 4 (1857).
Sinónimos: *Puya recurvata* Scheidw., *Hepetis recurvata* (Scheidw.) Mez, *Pitcairnia macrochlamys* Mez, *P. taenipetala* (Mez) Mez, *P. polyanthoides* Brongn. ex Decne.
Hábito: T o S. **Departamentos:** AV (US-HP22), Iz (BIGU-MV98.6431), Pe (MO-J. Utley).
55. *Pitcairnia saxicola* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 117: 29 (1937).
Sinónimos: *P. splendens* Warsz. ex Dietr., *P. lymanii* Matuda.
Hábito: S. **Departamentos:** Za (BIGU-MV22964).
56. *Pitcairnia tabuliformis* Linden, Cat. Pl. Exot. 17: 5 (1862).
Sinónimos: *Hepetis tabuliformis* (Linden) Mez.
Hábito: S. **Departamentos:** Reportada para Guatemala, pero no hay colectas en las instituciones revisadas. **Endémica Regional.**
57. *Pitcairnia tuerckheimii* Donn.Sm., Bot. Gaz. 13: 190 (1888).
Sinónimos: *Hepetis tuerckheimii* (Donn.Sm.) Mez, *P. tuerckheimii* var. *macrolepis* L.B. Sm.
Hábito: S. **Departamentos:** BV (US-Tuerckheim1298), Cq (BIGU-MV22929), Es (BIGU-J. Morales), Hu (BIGU-MV19188), Sc (AGUAT-MV91.1544), SM (BIGU-OC99). **Endémica Regional.**
58. *Pitcairnia wendlandii* Baker, J. Bot. 19: 306 (1881).
Sinónimos: *Puya sulphurea* Hook., *Neumannia sulphurea* (Hook.) K. Koch, *Phlomostachys sulphurea* (Hook.) Beer, *P. sulphurea* (Hook.) Mez
Hábito: S o E. **Departamentos:** Cm (BIGU-LV3062), Cq (BIGU-JL10115), Hu (BIGU-LV41), Iz (USCG-JM960), Pe (USCG-MF1848), Qi (BIGU-ET544), Sc (AGUAT-MV91.1541), SM (BIGU-OC106), SR (US-ETH285), So (UVAL-M.W. Dix), Su (UVAL-M.W. Dix).
59. *Pitcairnia wilburiana* Utley ex L.B. Sm. & Read, Phytologia 30: 291 (1975).
Sinónimos: N/A
Hábito: S. **Departamentos:** AV (USCG-JM185), BV (DUKE-Wilbur14783). **Endémica Nacional.**
60. *Pseudalcantarea grandis* (Schltdl.) Pinzón & Barfuss, Phytotaxa 279: 42 (2016).
Sinónimos: *Tillandsia grandis* Schltdl.
Hábito: S. **Departamentos:** AV, SM (Flora of Guatemala).

61. *Pseudalcantarea viridiflora* (Beer) Pinzón & Barfuss, Phytotaxa 279: 43 (2016).
Sinónimos: *Tillandsia viridiflora* (Beer) Baker, *Platystachys viridiflora* Beer, *Tillandsia orizabensis* Baker, *T. longiflora* Sessé & Moc.
Hábito: E. **Departamentos:** Hu (BIGU-LV3874), So (obs. pers. M.R. Álvarez), Su (obs. pers. M.R. Álvarez).
62. *Racinaea ghiesbreghtii* (Baker) M.A. Spencer & L.B. Sm., Phytologia 74: 154 (1993).
Sinónimos: *Tillandsia ghiesbreghtii* Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-WEH2171), BV (MICH-s.n.), Cq (BIGU-MV22894).
63. *Racinaea rothschuhiana* (Mez) M.A. Spencer & L.B. Sm., Phytologia 74: 157 (1993).
Sinónimos: *Tillandsia rothschuhiana* Mez, *T. spiculosa* var. *rothschuhiana* (Mez) L.B. Sm., *T. adscendens* L.B. Sm., *Racinaea adscendens* (L.B. Sm.) M.A. Spences y L.B. Sm.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-M.W. Dix), BV (BIGU-UWE), Cq (BIGU-MV15929), So (USCG-RR1792).
64. *Tillandsia acostae* Mez & Tonduz, Repert. Spec. Nov. Veg. 14: 252 (1916).
Sinónimos: *T. rhomboidea* André.
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (BIGU-MV23672), Su (BIGU-LV1208).
65. *Tillandsia argentea* Griseb., Cat. P. Cub.: 254 (1866).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Hu (USCG-JM2390), Qz (IBUNAM-A. Espejo Serna), Qi (USCG-MP2399), SM (USCG-JM1434), So (USCG-JJ2022), Su (UVAL-A.L. de MacVean).
66. *Tillandsia balbisiana* Schult. & Schult.f. en J.J. Roemer & J.A. Schultes, Syst. Veg., ed. 15 bis 7: 1212 (1830).
Sinónimos: *Platystachys digitata* Beer, *T. urbaniana* Wittm., *T. cubensis* Gand., *T. dressleri* L.B. Sm.
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (BIGU-MV15047), EP (BIUG-JVT1980), Gt (BIGU-LL13), Iz (USCG-EM22819), Pe (BIGU-MV18220), Qi (BIGU-P.A. Sic), SR (AGUAT-MS304), Za (BIGU-MV21035).
67. *Tillandsia belloensis* W. Weber, Feddes Repert. 94: 602 (1983).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (BIGU-MV22935), Hu (BIGU-MV21019). **Endémica Regional.**
68. *Tillandsia brachycaulos* Schldtl., Linnaea 18: 422 (1845).
Sinónimos: *T. cryptantha* Baker, *T. bradeana* Mez & Tonduz, *T. flammea* Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** Cm (BIGU-MV15274), Cq (BIGU-MV13225), EP (BIGU-JVL1159), Es (WU-s.n.), Iz (US-GCJ3523), Pe (UVAL-WEH2738), Qi (MO-M. Véliz), SR (BIGU-LV718), So (UVAL-S. Secaira), Su (UVAL-LSE849), Za (UVAL-PAPE2).
69. *Tillandsia bulbosa* Hook., Exot. Fl.: t. 173 (1825).
Sinónimos: *Platystachys bulboca* (Hook.) Beer, *T. erythraea* Lindl., *T. pumila* Lindl. & Paxton.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (USCG-MG1473), Cq (BIGU-MV98.691), Iz (USCG-RM4873), Pe (BIGU-LV3191), Re (AGUAT-UR281), Sc (BIGU-MV92.2494).

70. *Tillandsia butzii* Mez en H.G.A. Engler (ed.), Pflanzenr., IV, 32: 636 (1935), nom. cons.
Sinónimos: *T. variegata* Schldtl., *T. inanis* Lindl. & Paxton, *Platystachys inanis* (Lindl. & Paxton) Beer.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (USCG-PT14691), BV (AGUAT-MS131), Cq (UVAL-M.W. Dix), Gt (UVAL-WEH2289), Hu (USCG-SL1311), Ja (BIGU-MV21029), Qz (USCG-MC4331), Qi (BIGU-MV24170), Sc (AGUAT-MV91.1493), SM (USCG-JM1465), So (UVAL-SS5), Za (UVAL-ET-48-96).
71. *Tillandsia capitata* Griseb., Cat. PL. Cub.: 255 (1866).
Sinónimos: *T. tephrophylla* Harms.
Hábito: S o E. **Departamentos:** EP (BIGU-JVT4153), Iz (USCG-JM1138), Pe (BIGU-MV93.3136), Za (BIGU-MV22788).
72. *Tillandsia caput-medusae* C.J. Morren, Ann. Bot. Hort. 30: 90 (1880).
Sinónimos: *T. langlessei* Poiss. & Menet.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (USCG-HF527), BV (UVAL-M.W. Dix), Cq (BIGU-MV15060), EP (BIGU.JVT4561), Es (AGUAT-GR78), Gt (BIGU-RLS45), Hu (USCG-SL1355), Ju (USCG-JM2436), Pe (USCG-HD1129), Qz (BIGU-LV1792), Qi (BIGU-MV18341), Re (UVAL-D. Martínez), Sc (AGUAT-MV91.1545), SR (BIGU-LV704), So (obs. pers. M.R. Álvarez), Su (BIGU-LV1209), Za (UVAL-M.W. Dix).
73. *Tillandsia carrilloi* Véliz & Feldhoff, Int. Cact. Advent. 98: 5(2013).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (BIGU-MV24087), Za (BIGU-MV24086). **Endémica Nacional.**
74. *Tillandsia chlorophylla* L.B. Sm. en N.L. Britton & al. (eds.), N. Amemr. Fl. 19: 145 (1938).
Sinónimos: *T. santiago-tuxtensis* Matuda.
Hábito: E. **Departamentos:** Iz (UVAL-WEH2078), Pe (MO-A. Espejo Serna).
75. *Tillandsia comitanensis* Ehlers, J. Bromeliad Soc. 34: 54 (1984).
Sinónimos: *T. makoyana* Baker en "Flora of Guatemala".
Hábito: E. **Departamentos:** BV (UVAL-MWD30), Cq (BIGU-MV23558), Hu (BIGU-MV21030), Qi (BIGU-P.A. Sic), SM (USCG-JM1402), Za (USCG-JM1885). **Endémica Regional.**
76. *Tillandsia compressa* Bertero ex Schult. & Schult.f. en J.J. Roemer & J.A. Schultes, Syst. Veg., ed. 15 bis 7: 1210 (1830).
Sinónimos: *T. setacea* Hook., *T. fasciculata* var. *venosispica* Mez, *T. buchii* Urb., *T. jaliscomonticola* Matuda, *Anoplophytum setaceum* Beer.
Hábito: E. **Departamentos:** Reportada para Guatemala, pero no hay colectas en las instituciones revisadas.
77. *Tillandsia concolor* L.B. Sm., Phytologia 7: 249 (1960).
Sinónimos: *T. palmasolana* Matuda.
Hábito: E. **Departamentos:** BV (BIGU-MV95.4341), Hu (BIGU-MV16911), Su (BIGU-R. Trujillo).
78. *Tillandsia cryptopoda* L.B. Sm., Ceiba 1: 229 (1951).
Sinónimos: *T. miniatispica* Rohweder.
Hábito: E. **Departamentos:** Guatemala se encuentra dentro de su rango de distribución pero no hay colectas en el país.

79. *Tillandsia cucaensis* Wittm., Beibl. Bot. Jahrb. Syst. 32: 7 (1891).
Sinónimos: *T. makoyana* Baker en “Flora of Guatemala”, *T. aesii* I. Ramírez & Carnevali.
Hábito: E o S. **Departamentos:** AV (BIGU-DR064), Cq (BIGU-MV2797), EP (BIGU-JVT1926), Hu (BIGU-MV12416), Iz (USCG-JM3303), Qz (US-15318), SR (UVAL-H. Castañeda), Za (BIGU-MV22620).
80. *Tillandsia dasyliriifolia* Baker, J. Bot. 25: 304 (1887).
Sinónimos: *T. pulvinata* É. Morren ex Baker.
Hábito: E o S. **Departamentos:** EP (WU-A. Espejo Serna), Iz (MO-J. Utley), Pe (BIGU-LV3324), Za (UVAL-M.W. Dix).
81. *Tillandsia deflexa* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 154: 35 (1945).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** BV (USCG-JJ972), SM (MO-J. Morales).
82. *Tillandsia deppeana* Steud., Nomencl. Bot., ed. 2, 2: 688 (1841).
Sinónimos: *T. paniculata* Schldl. & Cham., *T. leiochlamys* Baker, *T. smithiana* Carabia.
Hábito: E. **Departamentos:** AV, Hu (Flora of Guatemala).
83. *Tillandsia didistichoides* Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 778 (1896).
Sinónimos: *Vriesea didistichoides* (Mez) L.B. Sm.
Hábito: E. **Departamentos:** Guatemala se encuentra dentro de su rango de distribución pero no hay colectas en el país.
84. *Tillandsia eizii* L.B. Sm., Phytologia 28: 33 (1974).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Hu (US-B.A. Krukoff), Qi (BIGU-P.A. Sic). **Endémica Regional.**
85. *Tillandsia elongata* Kunth. en F.W.H. von Humboldt, A.J.A Bonpland & C.S. Kunth, Nov. Gen. SP. 1: 293 (1816).
Sinónimos: *T. subimbricata* (Baker), *T. elongata* var. *subimbricata* (Baker) L.B. Sm., *T. orthorhachis* Mez & C.F. Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** Reportada para Guatemala, pero no hay colectas en las instituciones revisadas.
86. *Tillandsia excelsa* Griseb., Fl. Brit. W. I.: 597 (1864).
Sinónimos: *T. costaricana* Mez & Wercklé, *T. werckleana* Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (USCG-2116), BV (BIGU-MV21070), Cq (BIGU-JL10115), EP (BIGU-REG46), Hu (USCG-SL1287), Iz (BIGU-A. Martínez), Ja (BIGU-LV5215), Za (BIGU-MV22758).
87. *Tillandsia fasciculata* Sw., Prodr. Veg. Ind. Occ.: 56 (1788).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-GI23), BV (AGUAT-M86.14), Cm (BIGU-LV2972), Cq (BIGU-LV2255), EP (BIGU-EM23241), Es (BIGU-MV2290), Gt (USCG-HD1263), Hu (USCG-SL1589), Iz (USCG-PR1182), Ja (obs. pers. R.Grajeda Estrada), Ju (GH-995), Pe (US-Lundell15576), Qi (BIGU-P.A. Sic), Sc (MO-s.n.), SM (BIGU-LV4732), SR (UVAL-M.W. Dix), So (UVAL-M.W. Dix), Su (BIGU-LV1215), Za (BIGU-MV22627).

88. *Tillandsia festucoides* Brongn. ex Mez en A.L.P.P. de Candolle & A.C.P. de Candolle, Monogr. Phan. 9: 678 (1896).
Sinónimos: *T. caricifolia* É. Morren ex Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-MV21218), Cq (BIGU-LV3927), Hu (obs. pers. R. Grajeda Estrada), Iz (BIGU-MV19631), Pe (UVAL-WHE2525), Qi (BIGU-P. A. Sic), SR (UVAL-M.W. Dix), So (UVAL-MWD2).
89. *Tillandsia filifolia* Schldtl. & Cham., Linnaea 6: 53 (1831).
Sinónimos: *Platystachys filifolia* (Schldtl. & Cham.) Beer, *T. staticiflora* É. Morren.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (USCG-EM22949), Hu (BIGU-LV2322), Iz (IBUNAM-J. Utley), Pe (BIGU-JM847), Qi (BIGU-P.A. Sic).
90. *Tillandsia flabellata* Baker, J. Bot. 25: 242 (1887).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-MV97.597), Cm (BIGU-LV2981), Cq (BIGU-LV2257), Es (UVAL-WEH2371), Gt (USCG-HD1262), Hu (BIGU-GMS026), Iz (USCG-JM3139), Pe (USF-KBU25322), Qz (MO-J. Linares), Qi (BIGU-P.A. Sic), Re (UVAL- D. Martínez), Sc (AGUAT-mv90.1001), SM (BIGU-RLS191), SR (BIGU-LV793), So (BIGU-MAVA875), Su (BIGU-LV2777), Za (UVAL-ET-37-96).
91. *Tillandsia flexuosa* Sw., Prodr. Veg. Ind. Occ.: 56 (1788).
Sinónimos: *T. patens* Willd. ex Schult. & Schult.f., *T. aloifolia* Hook., *Anoplophytum flexuosum* (Sw.) Beer, *Vriesea tenuifolia* Beer.
Hábito: E. Departamentos: Guatemala se encuentra dentro de su rango de distribución pero no hay colectas en el país.
92. *Tillandsia fuchsii* W. Till, Bromelie 1990: 30 (1990).
Sinónimos: *T. fuchsii* f. *graciclis* W.Till.
Hábito: E. **Departamentos:** Hu (US-JDB106), Qi (BIGU-MV24171), SM (BIGU-OC69), So (UVAL-SS12Pa).
93. *Tillandsia guatemalensis* L.B. Sm., Contr. U.S. Natl. Herb. 29: 281 (1949).
Sinónimos: *Allardtia cyanea* A. Dietr., *Platystachys cyanea* (A. Dietr.) K. Koch & Sello, *T. cyanea* (A. Dietr.) É. Morren, *T. columnaris* É. Morren ex Baker, *T. uyucensis* Gilmartin.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-LR1.9), BV (USCG-TBC63661), Cm (BIGU-RL93.2717), Cq (BIGU-LV4061), EP (BIGU-EO51), Es (USCG-JJ1661), Gt (UVAL-M.W. Dix), Hu (USCG-RA3210), Iz (BIGU-MV98.6283), Ja (obs. pers. M. Maldonado), Pe (USCG-HD1161), Qz (BIGU-MV10681), Qi (USCG-MG1820), Sc (BIGU-MV22200), SM (USCG-JM562), So (UVAL-C. Barrios), Su (obs. pers. M.R. Álvarez), To (MO- K. Burt-Utley), Za (UVAL-CDC/CECON1547).
94. *Tillandsia gymnotrya* Baker, J. Bot. 25: 243 (1887).
Sinónimos: *T. purpusii* Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** Guatemala se encuentra dentro de su rango de distribución pero no hay colectas en el país.
95. *Tillandsia harrisii* Ehlers, Bromelie 1987: 34 (1987).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Za (BIGU-MV22955). **Endémica Nacional.**

96. *Tillandsia imperialis* É. Morren ex Mez, Ann. Bot. Hort. 33: 236 (1883).
Sinónimos: *T. strobilantha* Baker, *T. candelifera* Rohweder.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (obs. pers. M. Serrano), BV (BIGU-MV21073), EP (UVAL-CDC/CECON1787), Hu (obs. pers. R. Grajeda Estrada) Qz (BIGU-MV20093), SM (MO-L.B. Smith).
97. *Tillandsia ionantha* Planch., Fl. Serres Jard. Eur. 10: 101 (1855).
Sinónimos: *T. erubescens* H. Wendl., *Pityrophyllum erubescens* Beer.
Hábito: E o S. **Departamentos:** EP (BIGU-MV22983), Ja (obs. pers. R. Grajeda Estrada), Ju (USCG-FR1759), Qi (BIGU-MV18531), Sc (F-RRC138), So (obs. pers. M.R. Álvarez), Za (BIGU-AC206).
98. *Tillandsia izabalensis* Pinzón, I. Ramírez & Carnevali, Phytotaxa 61: 11 (2012).
Sinónimos: *T. limbata* Schldtl. en (Veliz 2010), *T. dasyliirifolia* Baker en “Flora of Guatemala”.
Hábito: E. **Departamentos:** Iz (USCG-JM3323), Za (BIGU-MV21033).
99. *Tillandsia juncea* (Ruiz & Pav.) Poir. En J.B.A.M. de Lamarck, Encycl., Suppl. 5: 309 (1817).
Sinónimos: *Bonaparteia juncea* Ruiz & Pav., *Misandra juncea* (Ruiz & Pav.) F. Dietr., *Acanthospora juncea* (Ruiz & Pav.) Spreng., *Platystachys juncea* (Ruiz & Pav.) Beer, *T. quadrangularis* M. Martens & Galleotti, *T. juncifolia* Regel.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-M.W. Dix), BV (BIGU-MV95.4341), Cq (BIGU-MV22947), Gt (UVAL-E. Pöhl), Hu (BIGU-MV22401), Iz (UVAL-s.n.), Ja (AGUAT-MV90.1122), Ju (BIGU-LV939), Pe (BIGU-LV256), Qz (USCG-M. de Castillo), Qi (BIGU-P.A. Sic), Sc (BIGU-s.n.), SM (USCG-JM1363), SR (BIGU-LV806), So (obs. pers. M.R. Álvarez), Za (UVAL-M.W. Dix).
100. *Tillandsia kolbi* W. Till & Schatzl, Pl. Syst. Evol 138: 259 (1981).
Sinónimos: *T. ionantha* var. *scaposa* L.B. Sm., *T. scaposa* (L.B. Sm.) Ehlers.
Hábito: E. **Departamentos:** Gt (BIGU-JV681), Ja (BIGU-LV5126), Sc (BIGU-21046), So (BIGU-PP751). **Endémica Regional.**
101. *Tillandsia kretzii* Ehlers & Lautner, Bromelie 2004(2): 36 (2004).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** SM (USCG-M. Kretz and J. Lautner). **Endémica Nacional.**
102. *Tillandsia lampropoda* L.B. Sm., Publ. Field Columb. Mus., Bot. Ser. 17: 320 (1938).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-WEH2194), BV (USCG-HD1183), Cq (BIGU-LV4039), Gt (US-WEH2268), Hu (BIGU-MV22489), Ja (BIGU-OR93.3443), Qi (BIGU-ET369), So (obs. pers. M.R. Álvarez), Za (UVAL-M.W. Dix).
103. *Tillandsia lautneri* Ehlers, Bromelie 1993: 38 (1993).
Sinónimos: *T. capitata* var. *guzmanioides* L.B. Sm., *T. tephrophylla* var. *guzmanioides* (L.B. Sm.) Rohweder.
Hábito: E. **Departamentos:** Cm (F-Standley58727), Hu (USCG-AS1462), Qi (USCG-JM4677), SM (BIGU-MV16747), So (US-Williams41758). **Endémica Regional**

104. *Tillandsia leiboldiana* Schltdl., Linnaea 18: 414 (1845).
Sinónimos: *T. phyllostachya* Baker, *T. xyphophylla* Baker, *T. aschersoniana* Wittm., *T. rhodochlamys* Baker, *T. sparsiflora* Baker f., *T. coccinea* Sessé & Moc., *T. lilacina* Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-M.W. Dix), BV (USCG-JJ937), Hu (USCG-RA3332), Iz (USCG-Stevens25575), Qi (BIGU-P.A. Sic), SM (obs. pers. R. Grajeda Estrada).
105. *Tillandsia lucida* É. Morren ex Baker, Hand. Bromel.: 207 (1889).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** AV (obs. pers R. Grajeda Estrada), BV (USCG-PT14892), Hu (BIGU-LV1829), Qi (USCG-MP2281), Za (BIGU-MV22657).
106. *Tillandsia magnusiana* Wittm., Bot. Jahrb. Syst. 11: 66 (1889).
Sinónimos: *T. plumosa* var. *magnusiana* (Wittm.) Rohweder, *T. plumosa* Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** BV (obs. pers. R. Grajeda Estrada), Cq (BIGU-LV4025), Hu (USCG-JM2385), Ja (BIGU-LV5157), Qi (BIGU-MV19707), SM (USCG-JM1361), Za (UVAL-ET-55-96).
107. *Tillandsia mateoensis* Ehlers, Bromelie 1993: 86 (1993).
Hábito: E. **Departamentos:** Hu (MO-J. Utley), Ja (BIGU-LV5209), Za (UVAL-CDC/CECON1733). **Endémica Nacional.**
108. *Tillandsia matudae* L.B. Sm., Contr. U.S. Natl. Herb. 29: 278 (1949).
Sinónimos: *T. velickiana* L.B. Sm., *T. feldhoffii* Ehlers.
Hábito: E. **Departamentos:** Cm (BIGU-MV7257), Qi (BIGU-MV24172), Sc (BIGU-MV17210), SM (BIGU-RLS236), So (BIGU-PP750). **Endémica Regional**
109. *Tillandsia multicaulis* Steud., Nomencl. Bot., ed. 2, 2: 688 (1841).
Sinónimos: *T. caespitosa* Schltdl. & Cham., *T. schlechtendallii* Baker, *Vriesea schlechtendallii* (Baker) Wittm., *V. caespitosa* É. Morren ex Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-WEH2193), BV (UVAL-EP277), Cq (BIGU-VD1519), Gt (UVAL-M.W. Dix), Hu (BIGU-MV22523), Iz (USCG-JM2841), Ja (obs. pers. M. Maldonado), Qz (BIGU-MV20094), Qi (USCG-AC1642), SM (BIGU-LV665), So (UVAL-S. Secaira), Su (obs. pers. M.R. Álvarez), Za (BIGU-MV22674).
110. *Tillandsia nervata* L.B Sm., Phytologia 28: 36 (1974).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** SM (F-87157). **Endémica Nacional.**
111. *Tillandsia orogenes* Standl. & L. O. Williams, Ceiba 3: 48 (1996).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** BV (USCG-PT14895), Cq (BIGU-PH21), Hu (USCG-MG2404), Qi (BIGU-LV3476), Za (BIGU-CF676). **Endémica Regional.**
112. *Tillandsia paucifolia* Baker, Gard. Chron., n.s., 10: 748 (1878).
Sinónimos: *T. circinnata* Schlecht. en "Flora of Guatemala", *T. bracteosa* Klotzsch ex Beer, *Vriesea bracteosa* Beer, *Tillandsia yucatanana* Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (BIGU-MV13226), EP (BIGU-FR663), Hu (BIGU-MV18515), Iz (USCG-J. Morales), Ju (USCG-JM2437), Za (UVAL-M.W. Dix).
113. *Tillandsia plagiotropica* Rohweder, Senckenbergiana 34: 112 (1953).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Cm (BIGU-MV6098), Sc (BIGU-MV23259). **Endémica Regional.**

114. *Tillandsia polita* L.B. Sm., Lilloa 6: 385 (1941).
Sinónimos: *T. vicentina* var. *glabra* L.B. Sm., *T. polita* var. *elongata* Ehlers.
Hábito: E. **Departamentos:** Ja (BIGU-MV21028), Qi (F-Standley62465), SM (BIGU-OC68), So (obs. pers. M.R. Álvarez), Su (obs. pers. M.R. Álvarez), Za (USCG-JM1836). **Endémica Regional.**
115. *Tillandsia polystachia* (L.) L., Sp. P. ed. 2: 410 (1762).
Sinónimos: *Renealmia polystachia* L., *Platystachys polystachia* (L.) Beer, *T. angustifolia* Sw., *T. distachya* Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (INECOL-J. Utley), BV (IBUNAM-A. Espejo Serna), Cm (BIGU-LV2979), Cq (BIGU-MV22911), Es (MICH-s.n.), Gt (UVAL-M.W. Dix), Hu (BIGU-MV22393), Ja (BIGU-MV21039), Pe (USCG-HD1181), Qi (BIGU-P.A. Sic), Sc (BIGU-MV10746), SM (BIGU-LL206), SR (BIGU-LV726), Su (BIGU-LV1266), Za (UVAL-M.W. Dix).
116. *Tillandsia ponderosa* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 154: 37 (1945).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Cm (UVAL-M.W. Dix), Es (BIGU-BV44), Gt (UVAL-M.W. Dix), Hu (BIGU-LV1657), Ja (obs. pers. R. Grajeda Estrada), Qi (USCG-JM4679), Sc (BIGU-RV15), SM (BIGU-OC93), So (BIGU-PP759), Za (F-Steiermark29797). **Endémica Regional.**
117. *Tillandsia pruinosa* Sw., Fl. Ind. Occid. 1: 594 (1797).
Sinónimos: *Platystachys pruinosa* (Sw.) Beer, *P. tortilis* Beer, *T. tortillis* Klotzsch ex Beer, *T. breviscapa* A. Rich.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-M.W. Dix), BV (UVAL-M.W. Dix), Iz (BIGU-MV17763), Pe (US-Lundell15538).
118. *Tillandsia pseudobaileyi* C.S. Gardner, Selbyana 7: 363 (1984).
Sinónimos: *T. baileyi* Rose ex Small en "Flora of Guatemala".
Hábito: E. **Departamentos:** BV (AGUAT-ED83.39A), Cq (BIGU-MV15048), EP (BIGU-JVT3425), Hu (BIGU-MV18510), Qi (BIGU-P.A. Sic), Za (UVAL-ET-29-96).
119. *Tillandsia punctulata* Schltdl. & Cham., Linnaea 6: 43 (1831).
Sinónimos: *T. melanopus* É. Morren ex Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (MICH-s.n.), BV (USCG-HD1187), Hu (BIGU-LV1567), Iz (USCG-JM2878), Ja (BIGU-MV93.3443), Qi (USCG-MP2272), SM (MO-J. Morales), So (UVAL-C. Barrios), Za (UVAL-M.W. Dix).
120. *Tillandsia recurvata* (L.) L., Sp. Pl. ed. 2: 410 (1762).
Sinónimos: *Renealmia recurvata* L., *Diaphoranthema recurvata* (L.) Beer, *T. monostachya* W. Bartram, *T. uniflora* Kunth, *T. pauciflora* Sessé & Moc., *D. uniflora* (Kunth.) Beer.
Hábito: E. **Departamentos:** BV (UVAL-HF255), Cq (BIGU-MV13228), EP (USCG-HP31), Es (IBUNAM-M. Véliz), Gt (UVAL- E. Pöll), Hu (USCG-JM4291), Iz (IBUNAM-A. Espejo Serna), Ju (USCG-JM2477), Pe (USCG-S. Ramírez), Qi (BIGU-MV16951), Sc (BIGU-MV25980), SM (USCG-JM1748), So (UVAL-M.R. Álvarez), Su (BIGU-EC026), Za (UVAL-M.W. Dix).
121. *Tillandsia remota* Wittm., Beibl. Bot. Jahrb. Syst. 32: 6 (1891).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (BIGU-MV22933), SM (BIGU-LV5061), Su (BIGU-LV1215), Za (BIGU-MV21032). **Endémica Regional.**

122. *Tillandsia riohondoensis* Ehlers, Bromelie 2015(2): 59 (2015).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Za (MO-E.J. Gouda). **Endémica Nacional.**
123. *Tillandsia rodrigueziana* Mez, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 16: 73 (1919).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** BV (UVAL-M.W. Dix), Cm (BIGU-RLS451), Cq (BIGU-MV22902), Gt (BIGU-V. Miranda), Hu (BIGU-MV22411), Ja (obs. pers. M. Maldonado), Qz (BIGU-MV21003), Qi (BIGU-MV19763), Sc (BIGU-AEB65), SM (MO-s.n.), SR (US-Heyden4631), So (BIGU-LV1057).
124. *Tillandsia rotundata* (L.B. Sm.) C.S. Gardner, Selbyana 7: 369 (1984).
Sinónimos: *T. fasciculata* var. *rotundata* L.B. Sm.
Hábito: E. **Departamentos:** BV (obs. pers. R. Grajeda Estrada), EP (BIGU-AC1747), Hu (F-Steyermark50809), Ja (AGUAT-MV90.1127), So (obs. pers. M.R. Álvarez). **Endémica Regional.**
125. *Tillandsia schiedeana* Steud., Nomencl. Bot., ed. 2, 2: 688 (1841).
Sinónimos: *T. vestita* Schltdl. & Cham., *T. flavescens* M. Martens & Galeotii, *T. grisebachii* Baker, *T. eggersii* Baker.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-HF10624), BV (UVAL-HF10678), Cm (IBUNAM-M. Véliz), Cq (BIGU-MV13227), EP (BIGU-FR487), Gt (US-Donnell-Smith653), Hu (USCG-MP1697), Iz (US-GCJ3091), Ja (AGUAT-MV90.1121), Ju (USCG-JM1643), Pe (BIGU-LV3356), Qz (USCG-MC4331), Qi (BIGU-PV515), Sc (MO-Lundell), SM (USCG-JM1492), SR (BIGU-LV782), So (UVAL-M.R. Álvarez), Su (BIGU-MV21016), Za (UVAL-M.W. Dix).
126. *Tillandsia seleriana* Mez, Beibl. Bot. Jahrb. Syst. 67: 8 (1902).
Sinónimos: *T. ehlersiana* Rauh.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (UVAL-M.W. Dix), BV (AGUAT-MS158), Cq (BIGU-MV23574), Gt (BIGU-JV658), Hu (BIGU-MV21021), Ja (AGUAT-MV90.1133), Qi (BIGU-MV24175), SM (USCG-FR1724), Za (USCG-JM1858).
127. *Tillandsia setacea* Sw., Fl. Ind. Occid. 1: 593 (1797).
Sinónimos: *Platystachys setacea* (Sw.) Beer, *Renalmia disticha* L., *T. calamifolia* Salisb., *T. caespitosa* Leconte, *Diaphorantema versicolor* Beer, *Vriesea disticha* (L.) Kuntze, *T. bromoides* Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** Pe (UVAL-LV1)
128. *Tillandsia standleyi* L.B. Sm., Contr. Gray Herb. 95: 46 (1931).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-EM22954), BV (USCG-HD1188), Cq (BIGU-VD1518), Iz (BIGU-EM23328), Qi (BIGU-P.A. Sic), Za (UVAL-D. Martínez). **Endémica Regional.**
129. *Tillandsia stoltenii* Ehlers & E. Gross, Bromelie 2014: 118 (2014).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** SM (MO-J. Utley). **Endémica Nacional.**
130. *Tillandsia streptophylla* Scheidw. ex C. Morren, Hort. Belge 3: 252 (1836).
Sinónimos: *T. circinnata* Schltdl., *Vriesea streptophylla* (Scheidw.) É. Morren.
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (BIGU-MV15062), Iz (UVAL-CS28), Pe (US-Lundell16440).

131. *Tillandsia tecpanensis* Ehlers & Lautner, Bromelie 2011: 124 (2011).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Hu (BIGU-MV22553), Qi (MO-I. Ramírez), SM (BIGU-MV21115). **Endémica Nacional.**
132. *Tillandsia tricolor* Schltld. & Cham., Linnaea 6: 54 (1831).
Sinónimos: *T. melanocrater* L.B. Sm., *T. tricolor* var. *picta* L.B. Sm., *T. tricolor* var. *melanocrater* (L.B. Sm.) L.B. Sm., *Vriesea xiphostachys* Hook.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (USCG-PT147029, BV (BIGU-AC1993), Cq (BIGU-LV2926), Hu (USCG-MG2224), Iz (MO-R. Barillas), Pe (USCG-H. Droege), Qz (BIGU-LV1726), Qi (MO-J. Utley), SM (BIGU-RLS258), Za (UVAL-ET-57-96).
133. *Tillandsia trigalensis* Ehlers, Bromelie 1997: 46 (1997).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Qi (MO-Lundell). **Endémica Nacional.**
134. *Tillandsia usneoides* (L.) L., Sp. Pl. ed. 2: 411 (1762).
Sinónimos: *Renealmia usneoides* L., *Dendropogon usenoides* (L.) Raf., *Strepsia usneoides* (L.) Nutt. ex Steud., *T. trichoides* Kunth, *T. filiformis* Lodd, ex Schult. & Schult.f.
Hábito: E. **Departamentos:** BV (UVAL-EM21), Cm (UVAL-HF10707), Cq (BIGU-MV14064), Es (BIGU-LP13), Gt (BIGU-LV1399), Hu (USF-Luther70), Iz (USCG-JAP2646), Ja (AGUAT-MV90.1155), Pe (UVAL-A.L. Escobedo, Qi (BIGU-MV19709), Re (MO-J. Utley), Sc (BIGU-VR05), SM (USCG-TBC40848), SR (BIGU-LV811), So (AGUAT-LC798), Su (obs. pers. M.R. Álvarez), Za (UVAL-ET-57-97).
135. *Tillandsia utriculata* L., Sp. Pl.: 286 (1753).
Sinónimos: *Platystachys utriculata* (L.) Beer, *T. bartramii* Nutt., *T. lingulata* W. Bartram, *T. ramosa* Bello, *T. ehrenbergiana* Hemsl., *T. sintenisii* Baker, *T. brevibracteata* Baker, *Vriesea utriculata* (L.) Regel, *Allardtia potockii* Antoine.
Hábito: E. **Departamentos:** Iz (BIGU-MV23499), Pe (USCG-Hans and Zommer240), Za (USCG-JM2012).
136. *Tillandsia variabilis* Schltld., Linnaea 18: 418 (1845).
Sinónimos: *T. valenzuelana* A. Rich., *T. laxa* Griseb, *T. brachypoda* Baker, *T. sublaxa* Baker, *T. moritziana* Klotzsch ex Baker, *T. dominguensis* Mez, *T. houzeavii* É. Morren ex Chapm., *Platystachys moritziana* Beer.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-PP267), Gt (US-s.n.), Iz (UVAL-CS31), Pe (BIGU-MV18119).
137. *Tillandsia velutina* Ehlers, J. Bromeliad Soc. 44: 153 (1994).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Sc (BIGU-MV23028). **Endémica Regional.**
138. *Tillandsia verapazana* Ehlers, Bromelie 1994: 27 (1994).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** BV (WU-s.n.). **Endémica Nacional.**
139. *Tillandsia vicentina* Standl., J. Washington Acad. Sci. 13: 364 (1923).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** AV (EAP-s.n.), BV (BIGU-MV95.4342), Cm (BIGU-MV22341), Es (BIGU-TC93), Ja (BIGU-MV21342), Qi (BIGU-MV24178), Sc (BIGU-MV21972), SM (US-L.O. Williams26979), So (UVAL-SS51P), Za (BIGU-MV22670).

140. *Tillandsia welzii* Ehlers, Bromelie 1991: 5 (1991).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Qi (BIGU-MV24174). **Endémica Nacional.**
141. *Tillandsia xerographica* Rohweder, Senckenbergiana 34: 113 (1953).
Sinónimos: *T. kruseana* Matuda, *T. tomaselli* De Luca.
Hábito: E. **Departamentos:** Cq (BIGU-MV22945), EP (UVAL-E. Pöll), Es (BIGU-J. Morales), Ju (USCG-JM2424), Re (BIGU-J. Cruz), SR (UVAL-HC42), Su (BIGU-MV21002), Za (BIGU-MV22618). **Endémica Regional.**
142. *Tillandsia yunckeri* L.B. Sm., Publ. Field Columb. Mus., Bot. Ser. 17: 322 (1938).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** AV (obs. pers. R. Grajeda Estrada), BV (BIGU-MV21071), Cq (USCG-VD448), Za (BIGU-MV22701).
143. *Tillandsia zacapanensis* Véliz & Feldhoff, Bromelie 2010: 128 (2010).
Sinónimos: N/A
Hábito: E. **Departamentos:** Za (USF-KBU40945). **Endémica Nacional.**
144. *Vriesea heliconioides* (Kunth) Hook. ex Walp., Ann. Bot. Syst. 3: 623 (1852).
Sinónimos: *Tillandsia heliconioides* Kunth, *V. falkenbergii* W. Bull, *V. bellula* Linden, *Guzmania obtusa* Rusby, *V. bullata* C. Chev.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (USCG-EM23420), Iz (MO-J. Utley), Pe (USCG-JM947).
145. *Wallisia anceps* (G.Lodd.) Barfuss & W. Till, Phytotaxa 279: 47 (2016).
Hábito: E. **Departamentos:** AV, Iz, Pe.
146. *Werauhia gladioliflora* (H. Wendl.) J.R. Grant, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt 91: 31 (1995).
Sinónimos: *Tillandsia gladioliflora* H. Wendl., *Vriesea gladioliflora* (H. Wendl.) Antoine, *V. princeps* É. Morren ex Regel, *V. pachychlamys* (Baker) Mez.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-JC1-17a), Iz (BIGU-MV19613).
147. *Werauhia graminifolia* (Mez & Wercklé) J.R. Grant, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt 91: 32 (1995).
Sinónimos: *Vriesea graminifolia* Mez & Wercklé.
Hábito: E. **Departamentos:** Iz (Flora of Guatemala).
148. *Werauhia hygrometrica* (André) J.R. Grant, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt 91: 42 (1995).
Sinónimos: *Caraguata hygrometrica* André, *Guzmania hygrometrica* (André) Mez, *Thecophyllum hygrometricum* (André) Mez, *Vriesea hygrometrica* (André) L.B. Sm. & Pittendr.
Hábito: E o S. **Departamentos:** BV (MICH-s.n.).
149. *Werauhia montana* (L.B. Sm.) J.F. Morales & Cerén, Darwiniana 47: 345 (2009).
Sinónimos: *Thecophyllum montanum* L.B. Sm., *Vriesea montana* (L.B. Sm.) L.B. Sm. & Pittendr., *Thecophyllum werckleanum* Mez, *V. nephrolepis* L.B. Sm. & Pittendr., *Werauhia nephrolepis* (L.B. Sm. & Pittendr.) J.R. Grant.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-MV25041), BV (USCG-JJ996), Cq (BIGU-PH39), Hu (USCG-MG2114), Iz (BIGU-CF564), Za (BIGU-CC647).

150. *Werauhia pectinata* (L.B. Sm.) J.R. Grant, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt 91: 33 (1995).
Sinónimos: *Vriesea pectinata* L.B. Sm., *V. chiapensis* Matuda, *Werauhia chiapensis* (Matuda) J.R. Grant.
Hábito: E. **Departamentos:** AV (BIGU-MV19935), BV (obs. pers. R. Grajeda Estrada, EP (BIGU-MV22590).
151. *Werauhia pycnantha* (L.B. Sm.) J.R. Grant, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt 78: 122 (1995).
Sinónimos: *Vriesea pycnantha* L.B. Sm., *V. ovandensis* Matuda, *Werauhia ovandensis* (Matuda) J.R. Grant.
Hábito: E. **Departamentos:** Qz (MO-J. Utley), SM (BIGU-LV961), Su (UVAL-M.W. Dix).
Endémica Regional.
152. *Werauhia viridiflora* (Regel) J.R. Grant, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt 91: 38 (1995).
Sinónimos: *Pitcairnia viridiflora* Regel, *Vriesea viridiflora* (Regel) Wittm. ex Mez, *V. viminalis* É. Morren, *Tillandsia viminalis* (É. Morren) Hemsl., *V. brachyphylla* Mez & Wercklé.
Hábito: E. **Departamentos:** SM (MO-E.J. Gouda).
153. *Werauhia vittata* (Mez & Wercklé) J.R. Grant, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt 91: 38 (1995).
Sinónimos: *Thecophyllum vittatum* Mez & Wercklé, *Vriesea vittata* (Mez & Wercklé) L.B. Sm. & Pittendr., *V. jimenezii* Mez & Tonduz, *V. schippii* L.B. Sm., *V. naundorffi* Rauh.
Hábito: E. **Departamentos:** Guatemala se encuentra dentro de su rango de distribución pero no hay colectas en el país.
154. *Werauhia werckleana* (Mez) J.R. Grant, Trop. Subtrop. Pflanzenwelt 91: 38 (1995).
Sinónimos: *Vriesea werckleana* Mez, *V. cornus-cervi* Rohweder, *V. breedloveana* L.B. Sm., *W. breedloveana* (L.B. Sm.) J.R. Grant, *W. cornus-cerci* (Rohweder) J.R. Grant.
Hábito: E. **Departamentos:** BV (USCG-JJ1089), Cm (BIGU-AM118), Cq (BIGU-MV22886), Gt (IBUNAM-A. Cóbar), Hu (BIGU-AS1539), Ja (obs. pers. M. Maldonado), Sc (BIGU-MV15601), So (obs. pers. M.R. Álvarez), Su (obs. pers. M.R. Álvarez), Za (BIGU-MV22723).

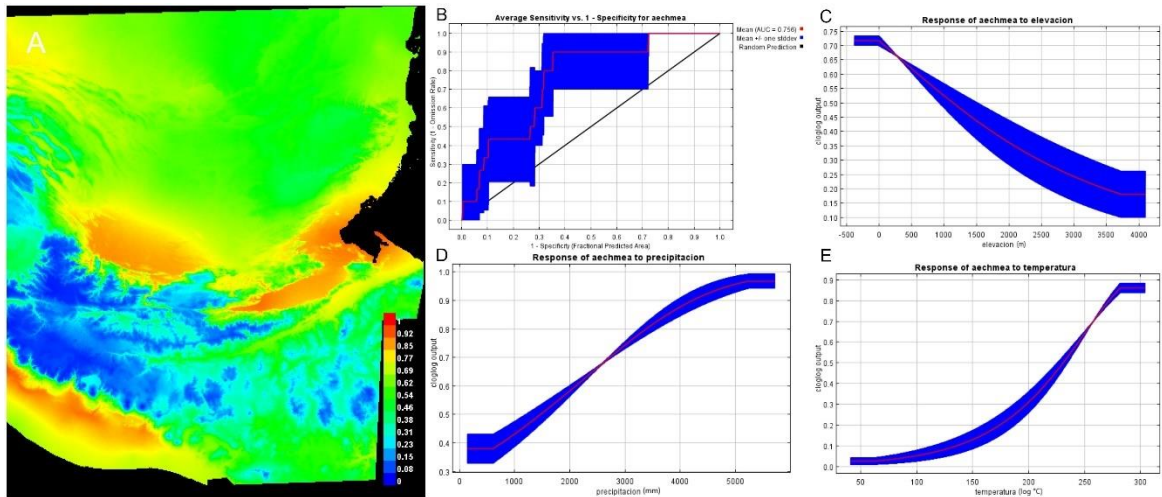
ANEXO 5. Número de registros por género que se utilizaron para el modelaje de distribución de cada uno y el porcentaje de distribución de cada variable climática (elevación, temperatura media anual y precipitación anual) al modelo.

No.	Género	Numero de Registros	Porcentaje de contribución de la variable al modelo (%)		
			Elevación	Temperatura Media Anual	Precipitación Anual
1	<i>Aechmea</i>	54	0.7	72.9	26.4
2	<i>Ananas</i>	9	67	3.8	29.1
3	** <i>Androlepis</i>	10	0	0	100
4	** <i>Billbergia</i>	14	20	0	40
5	<i>Bromelia</i>	16	0	6.7	93.3
6	<i>Catopsis</i>	197	80.3	2.7	16.9
7	<i>Fosterella</i>	8	0	0	99.9
8	<i>Greigia</i>	21	94.6	0.4	5
9	<i>Guzmania</i>	28	83.9	0.1	16.1
10	<i>Hechtia</i>	80	19	0.4	80.6
11	* <i>Hepetis</i>	0	N/A	N/A	N/A
12	<i>Hohenbergiopsis</i>	21	40.2	53.8	6
13	* <i>Lemeltonia</i>	3	N/A	N/A	N/A
14	<i>Pitcairnia</i>	193	92.3	1.2	6.4
15	<i>Pseudalcantarea</i>	5	31.6	0	68.4
16	<i>Racinaea</i>	9	0	98.6	1.4
17	<i>Tillandsia</i>	2033	85.9	5.1	9
18	** <i>Vriesea</i>	13	99.4	0	0.6
19	* <i>Wallisia</i>	4	N/A	N/A	N/A
20	<i>Werauhia</i>	62	78.9	7.6	13.5

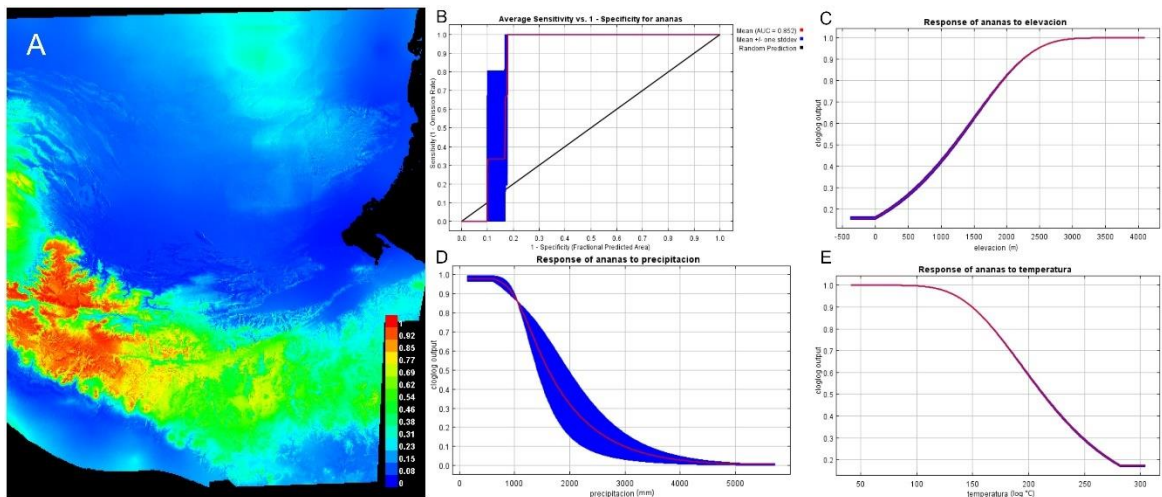
*Géneros no tomados en cuenta para la elaboración del modelo de distribución por la escasez de registros.

**Géneros analizados únicamente con una repetición por la escasez de registros que aporten a un modelo que promedie las 5 repeticiones.

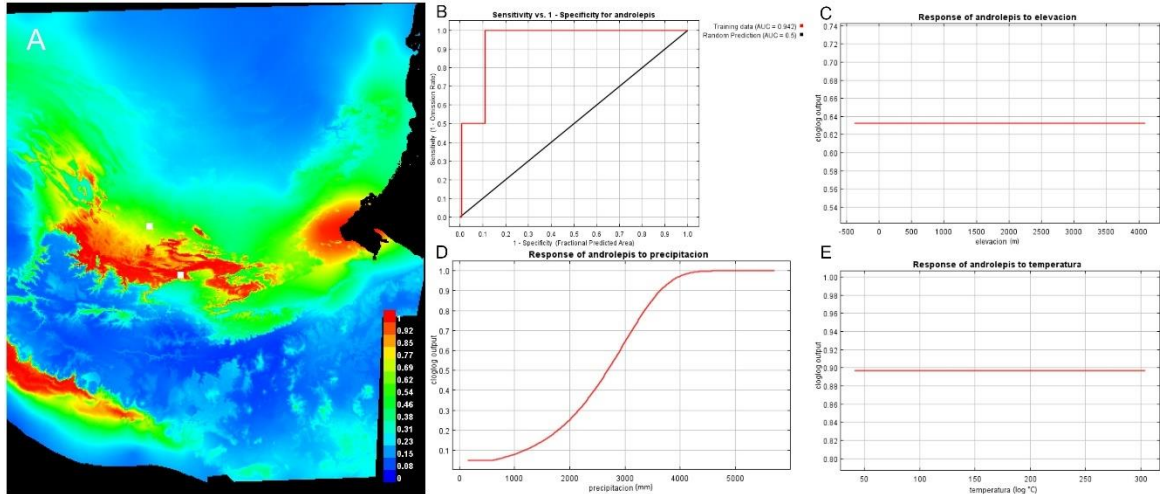
ANEXO 6. Modelaje de distribución del género *Aechmea* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



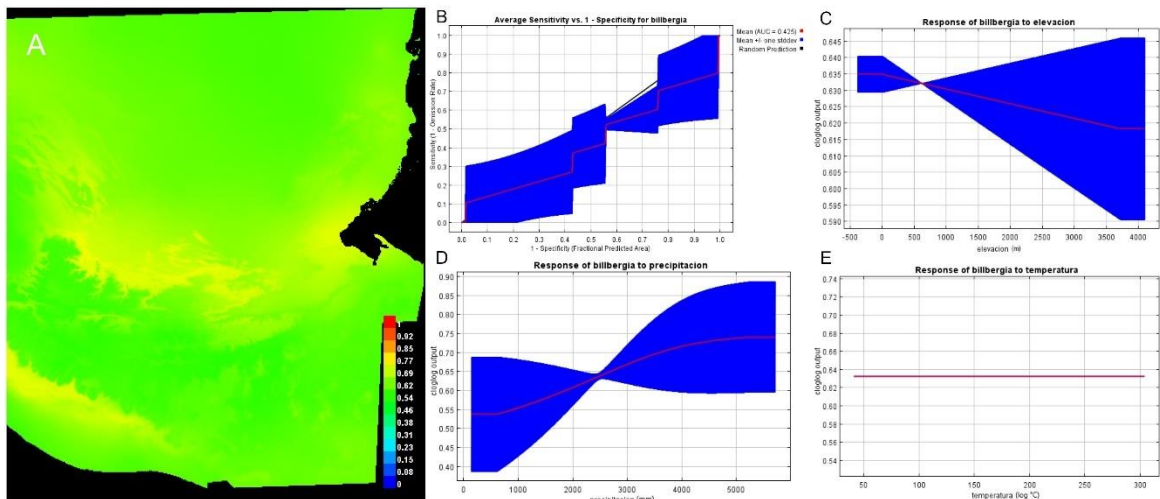
ANEXO 7. Modelaje de distribución del género *Ananas* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



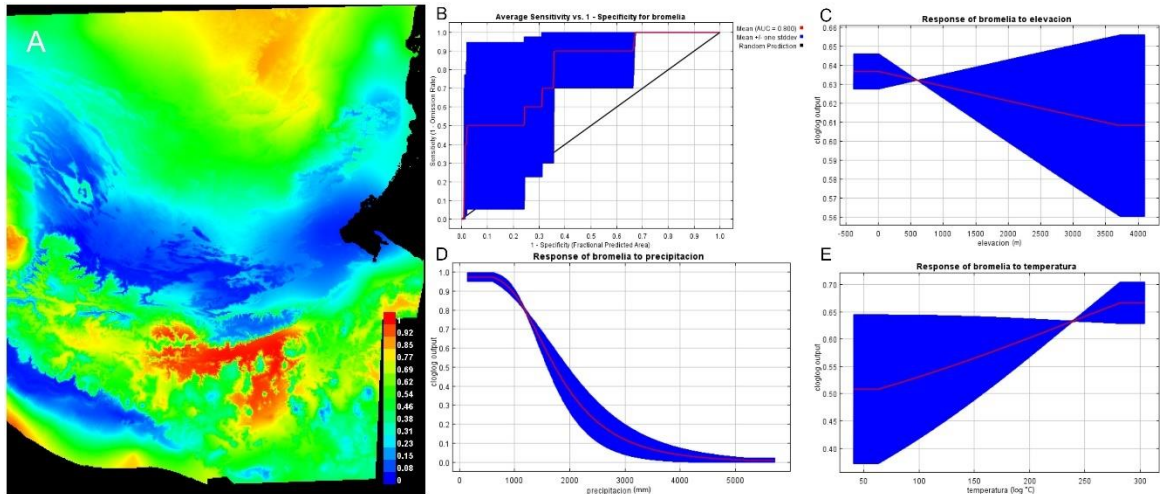
ANEXO 8. Modelaje de distribución del género *Androlepis* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



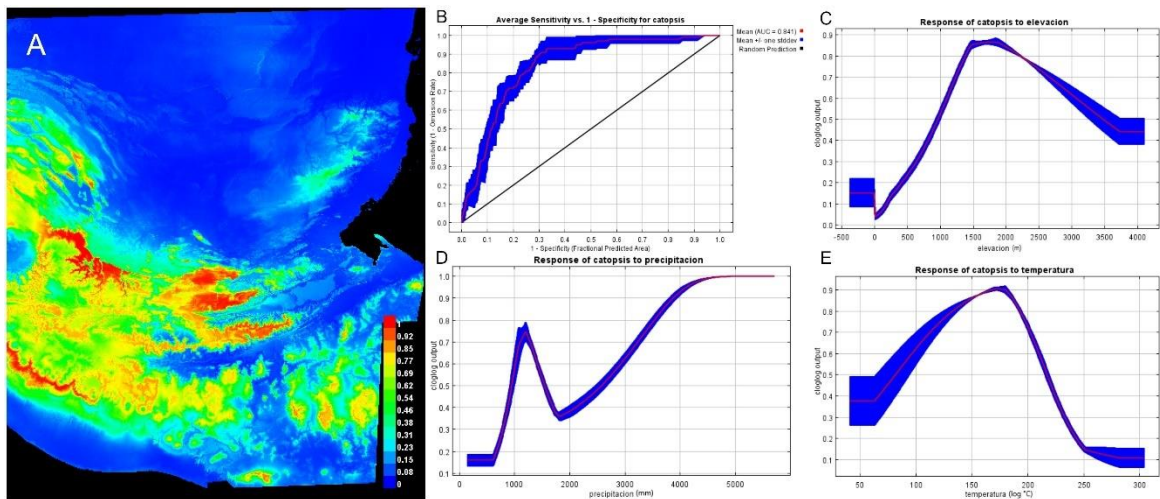
ANEXO 9. Modelaje de distribución del género *Billbergia* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



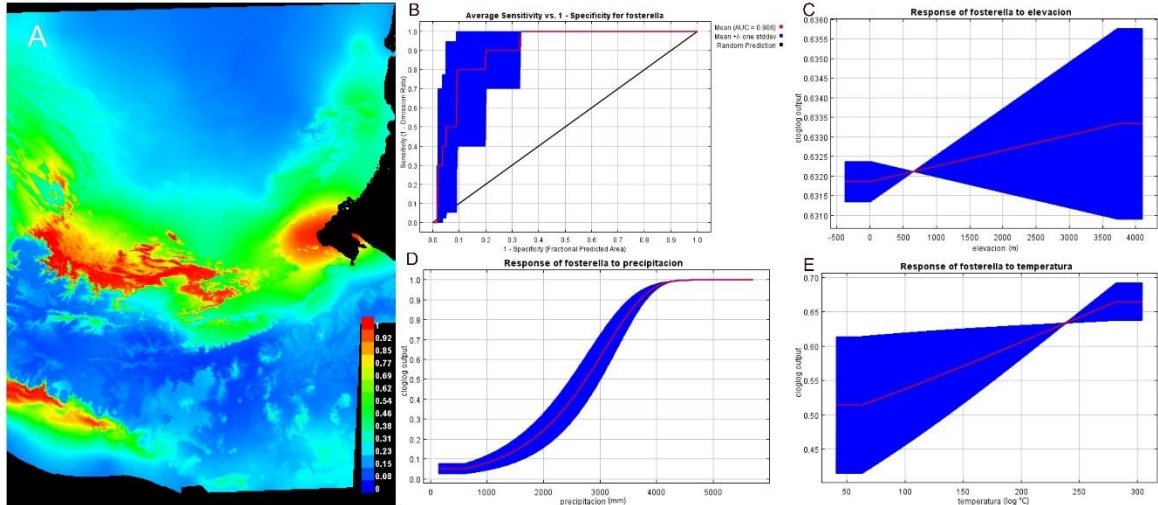
ANEXO 10. Modelaje de distribución del género *Bromelia* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



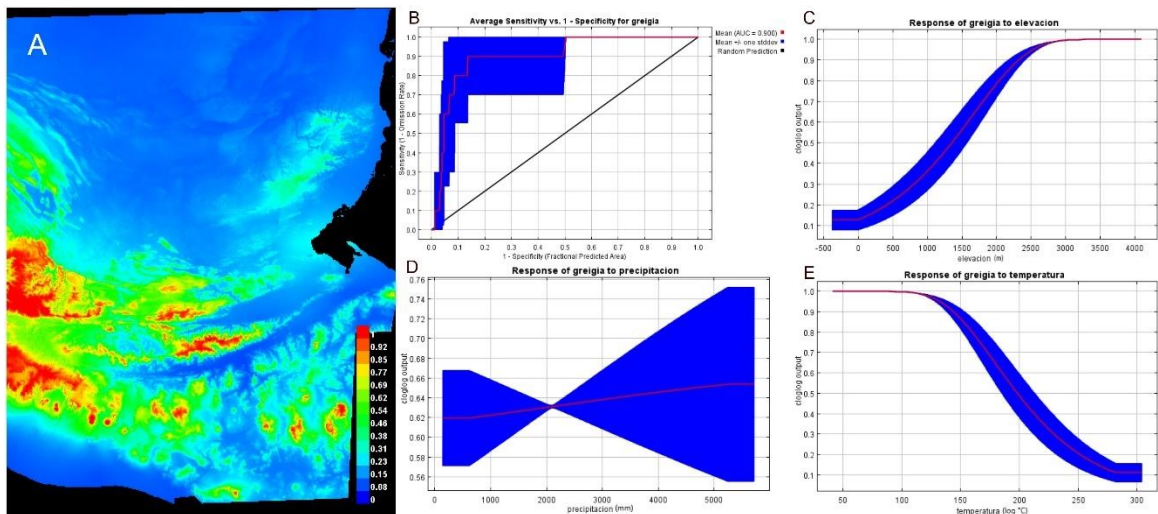
ANEXO 11. Modelaje de distribución del género *Catopsis* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



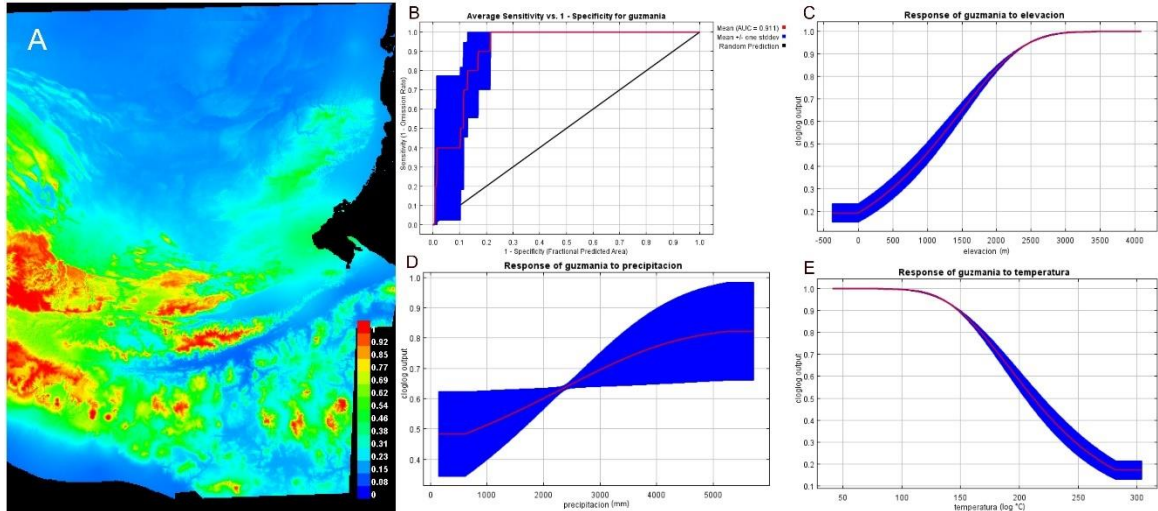
ANEXO 12. Modelaje de distribución del género *Fosterella* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



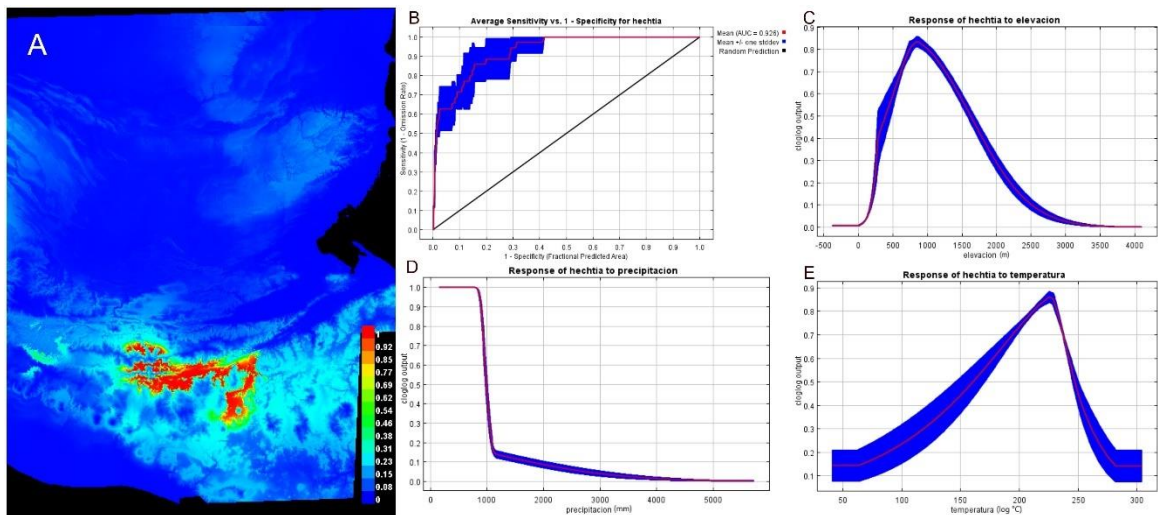
ANEXO 13. Modelaje de distribución del género *Greigia* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



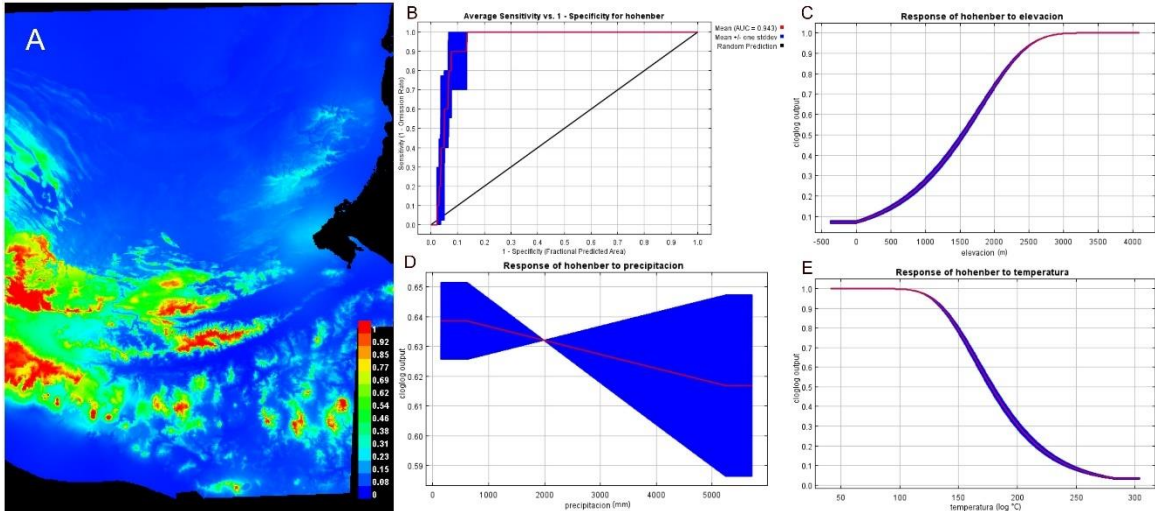
ANEXO 14. Modelaje de distribución del género *Guzmania* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



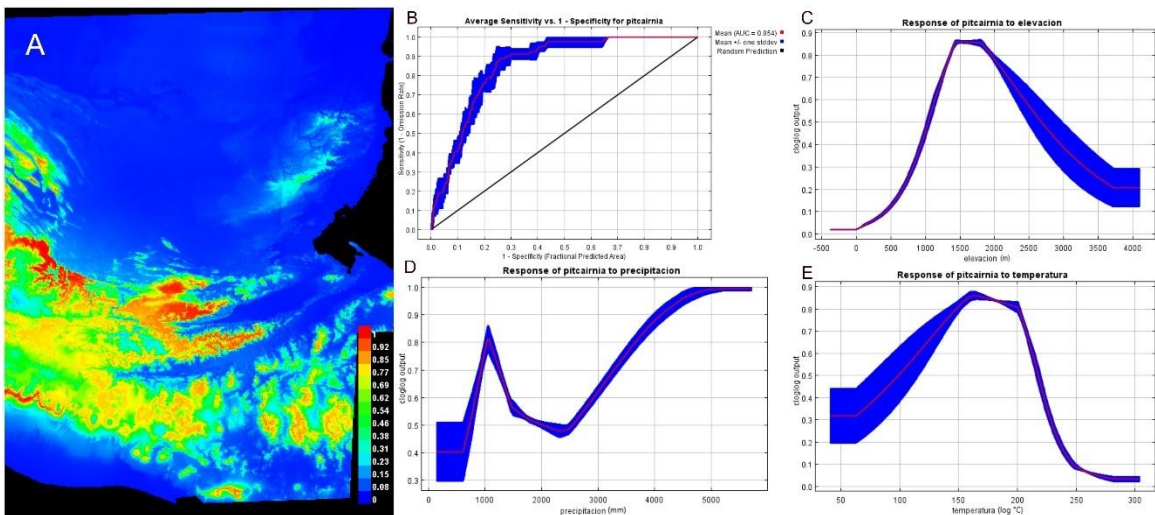
ANEXO 15. Modelaje de distribución del género *Hechtia* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



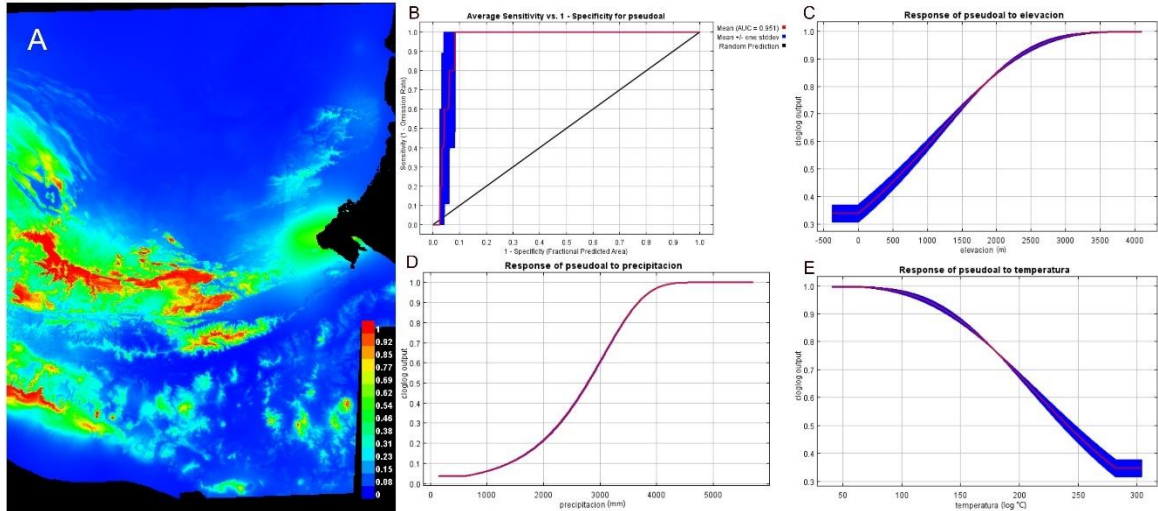
ANEXO 16. Modelaje de distribución del género *Hohenbergiopsis* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



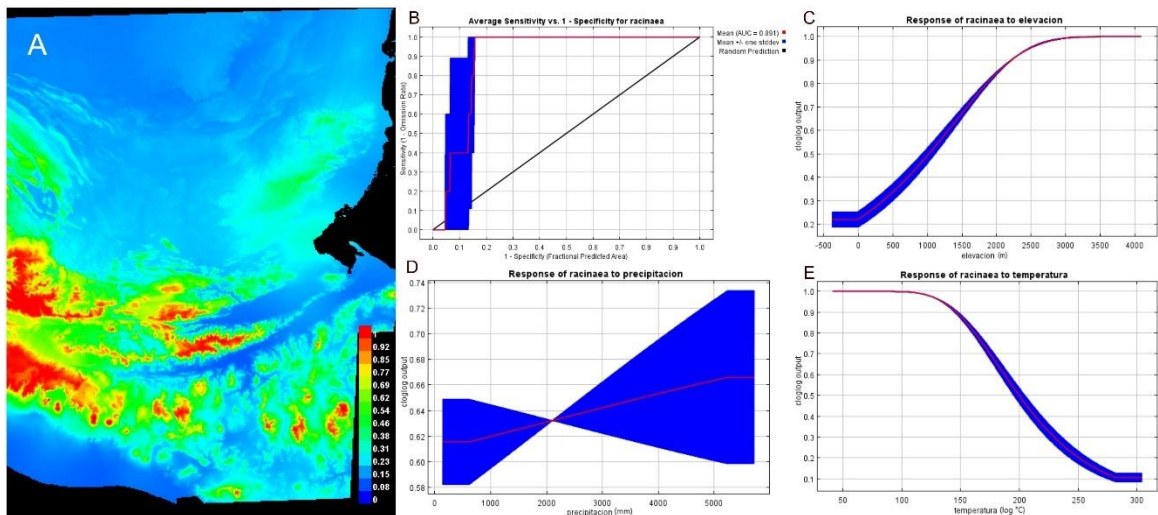
ANEXO 17. Modelaje de distribución del género *Pitcairnia* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



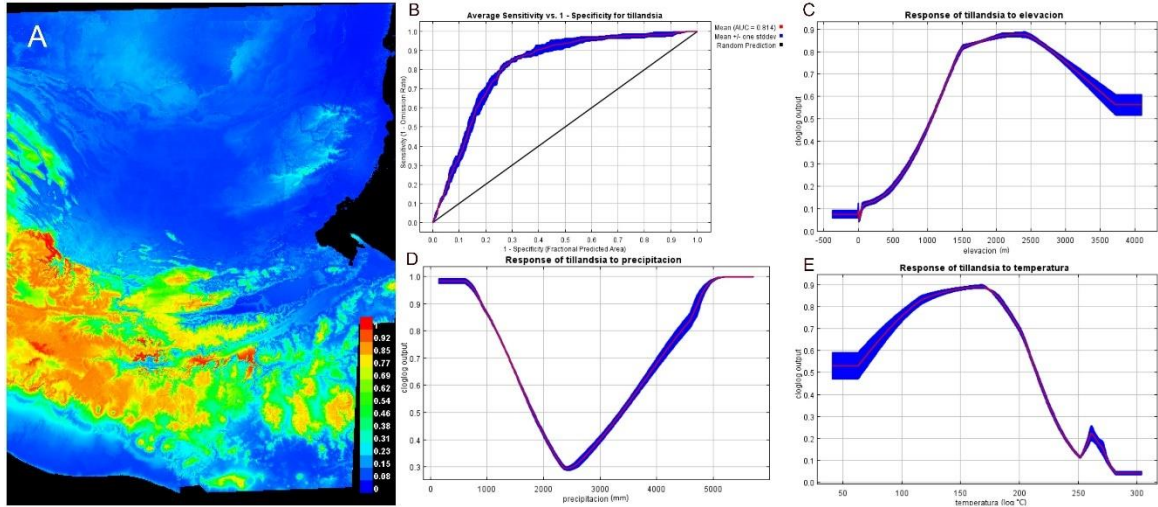
ANEXO 18. Modelaje de distribución del género *Pseudalcantarea* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



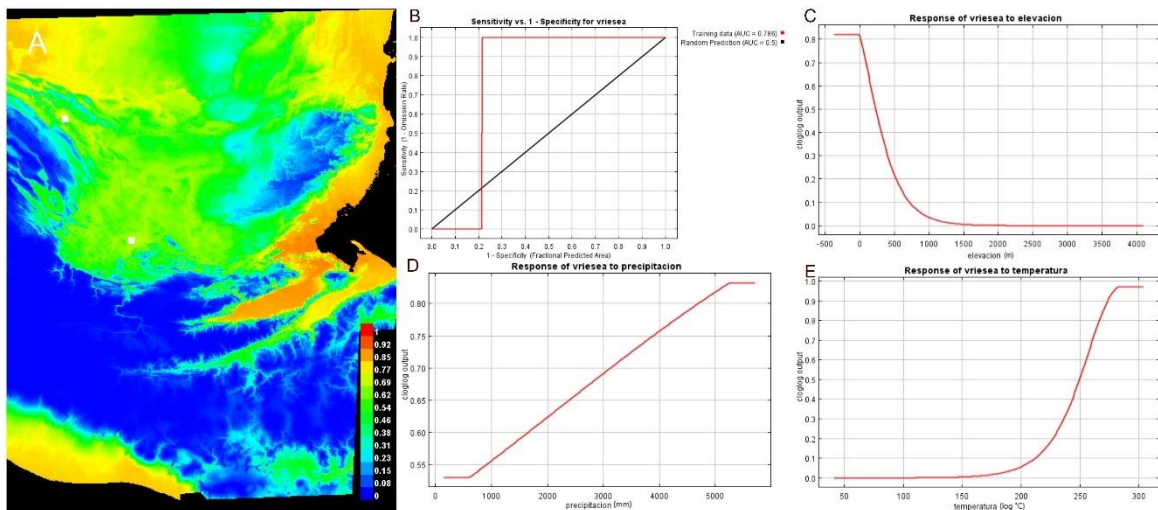
ANEXO 19. Modelaje de distribución del género *Racinaea* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



ANEXO 20. Modelaje de distribución del género *Tillandsia* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



ANEXO 21. Modelaje de distribución del género *Vriesea* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.



ANEXO 22. Modelaje de distribución del género *Werauhia* en Guatemala con: A) mapa de distribución potencial, B) gráfica de sensibilidad y especificidad del modelo generado, y la predictibilidad de la distribución del género según su respuesta a las variables de C) elevación, D) precipitación y E) temperatura.

